

Cifrele nu mint



DE POVEȘTI
CARE NE
AJUTĂ SĂ
ÎNȚELEM
LUMEA
MODERNĂ

Lifestyle

VACLAV SMIL

**Cifrele
nu mint**

Cifrele nu mint



DE POVEȘTI
CARE NE
AJUTĂ SĂ
ÎNȚELEM
LUMEA
MODERNĂ

Traducere din limba engleză de
Bogdan Ghiurco

Lifestyle

VACLAV SMIL

EDITORI:

Silviu Dragomir
Magdalena Mărculescu

DIRECTOR:

Crina Drăghici

REDACTARE:

Gabriel Cheșcu

DESIGN COPERTĂ:

Alexe Popescu

DIRECTOR PRODUCȚIE:

Cristian Claudiu Coban

DTP:

Gabriela Anghel

CORECTURĂ:

Oana Apostolescu
Irina Mușătoiu

**Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale
a României**

SMIL, VACLAV

**Cifrele nu mint. 71 de povești care ne ajută
să înțelegem lumea modernă** / Vaclav Smil;
trad. din lb. engleză de Bogdan Ghiurco. –
București: Lifestyle Publishing, 2021

Conține bibliografie

ISBN 978-606-789-260-4

I. Ghiurco, Bogdan (trad.)

0

Titlul original: Numbers Don't Lie

Autor: Vaclav Smil

Original English language edition first
published by Penguin Books Ltd, London
in 2020

Text copyright © 2020 Vaclav Smil

The author has asserted his moral rights.

All rights reserved.

Copyright © Lifestyle Publishing, 2021
pentru prezenta ediție

Lifestyle Publishing face parte
din Grupul Editorial Trei

O.P. 16, Ghișeul 1, C.P. 0490, București

Tel.: +4 021 300 60 90;

Fax: +4 0372 25 20 20

e-mail: comenzi@edituratrei.ro

www.lifestylepublishing.ro

ISBN 978-606-789-260-4

Cuprins

<i>Introducere</i>	9
Oameni. Locuitorii planetei noastre	15
Ce se întâmplă când scade natalitatea?	17
Cel mai bun indicator al calității vieții? Să analizăm mortalitatea infantilă	22
Cel mai bun randament investițional: vaccinurile	26
De ce este greu de anticipat cât de gravă va fi o pandemie când aceasta este în plină desfășurare	29
Creșterea în înălțime.	33
Este speranța de viață, în sfârșit, pe cale să atingă apogeul?	37
Cum a îmbunătățit transpirația vânătoarea	40
De câți oameni a fost nevoie la construirea Marii Piramide?	43
De ce cifra șomajului nu dezvăluie întreaga poveste	46
Ce îi face pe oameni fericiți?	49
Ascensiunea megalopolisurilor	53
Țări. Națiunile în Era Globalizării	59
Tragediile prelungite ale Primului Război Mondial	61
Sunt Statele Unite cu adevărat excepționale?	64

De ce Europa ar trebui să fie mândră de ea	68
Brexit: realitățile care contează cel mai mult nu se vor schimba.	71
Motive de îngrijorare cu privire la viitorul Japoniei	75
Cât de departe poate ajunge China?	78
India vs. China.	81
De ce industria este în continuare importantă	85
Rusia și SUA: cum unele lucruri nu se schimbă niciodată	89
Imperii în declin: nimic nou sub soare	92
Mașinării, proiecte, dispozitive. Invențiile care definesc lumea modernă	97
Cum au creat anii 1880 lumea modernă.	99
Cum au alimentat motoarele electrice civilizația modernă	103
Transformatoarele — dispozitivele pasive, tăcute și necunoscute.	107
De ce n-ar trebui deocamdată să spunem adio motoarelor diesel	110
Imortalizarea mișcării — de la cai la electroni.	114
De la fonograf la <i>streaming</i>	117
Inventarea circuitelor integrate	120
Blestemul lui Moore: de ce progresul tehnic va lua mai mult timp decât crezi.	123
Progresul informațiilor: prea multe, prea rapid.	126
O abordare realistă a inovației.	130
Combustibili și electricitate.	
Energie pentru societățile noastre.	133
De ce turbinele cu gaz sunt cea mai bună alegere.	135

Energia nucleară — o promisiune neîndeplinită	138
De ce avem nevoie de combustibili fosili pentru a obține electricitate eoliană	142
Cât de mare poate fi o turbină eoliană?	145
Ascensiunea lentă a fotovoltaicelor	148
De ce lumina solară este în continuare cea mai bună	152
De ce avem nevoie de baterii mai mari	155
De ce cargoboturile electrice merg greu la apă	158
Adevăratul cost al electricității	161
Lentoarea inevitabilă a tranzițiilor energetice	164
Transport. Cum ne deplasăm	167
Reducerea călătoriei transatlantice	169
Motoarele sunt mai vechi decât bicicletele!	172
Surprinzătoarea istorie a anvelopelor gonflabile	175
Când a început era automobilelor?	178
Automobilele moderne au un raport îngrozitor al greutății utile	181
De ce mașinile electrice nu sunt așa grozave cum credem noi (deocamdată)	184
Când a început era avioanelor cu reacție?	187
De ce kerosenul este împărat	191
Cât de sigur este zborul cu avionul?	195
Care sunt mai eficiente energetic: avioanele, trenurile sau automobilele?	199
Mâncare. Cum ne obținem energia	203
Lumea fără amoniacul sintetic	205
Creșterea randamentului recoltei de grâu	209

Amploarea de neiertat a risipei de hrană la nivel mondial.....	212
Un „adio“ spus treptat dietei mediteraneene.....	216
Tonul roșu: pe cale de dispariție.....	219
De ce carnea de pui este la putere	222
A (nu) bea vin	226
Consumul rațional de carne.....	229
Alimentația japoneză	233
Produsele lactate — contratendințe	237
Mediul înconjurător — deteriorarea și protejarea lumii noastre.....	241
Animale vs. obiecte — care sunt mai diverse?.....	243
Planeta vacilor.....	246
Moartea elefanților	249
De ce e posibil ca era antropocenă să nu fi sosit încă	252
Fapte beton	255
Ce obiect este mai dăunător pentru mediu: automobilul sau telefonul?	259
Cine are cea mai bună izolație?.....	263
Ferestrele cu geamuri triple: o soluție energetică transparentă	266
Creșterea eficienței încălzirii locuințelor	269
Provocarea carbonului	273
<i>Epilog.....</i>	<i>277</i>
<i>Mulțumiri</i>	<i>278</i>
<i>Lecturi suplimentare.....</i>	<i>281</i>
<i>Publicate prima dată sub titlul...</i>	<i>298</i>

Introducere

Cifrele nu mint este o compilație de subiecte variate, de la oameni, populații și țări la utilizarea energiei, inovația tehnică și mașinăriile și dispozitivele care definesc civilizația modernă. În plus, cartea se încheie cu o sumă de perspective concrete despre rezervele de hrană și opțiunile noastre alimentare și despre starea și degradarea mediului nostru. Acestea sunt marile subiecte de care am fost preocupat în cărțile mele încă din anii 1970.

În primul și-n primul rând, cartea de față este preocupată de înțelegerea corectă a faptelor. Dar acest lucru nu este atât de ușor pe cât ar părea: deși internetul este plin de cifre, multe dintre ele sunt nedatate, de origine necunoscută, care au circulat de la unul la altul și au de multe ori identificatori unitari îndoielnici. De exemplu, PIB-ul Franței era în 2010 de 2,6 trilioane de dolari americani: această valoare era exprimată oare în sume nominale sau fixe, iar conversia din euro în dolari s-a făcut folosind rata de schimb actuală sau paritatea puterii de cumpărare? Cum am putea ști?

Prin comparație, aproape toate cifrele din această carte au fost obținute din surse primare de informare: statistici la nivel mondial publicate de organizații globale*, anuare emise de instituții naționale**, statistici istorice întocmite de agenții

* De la Eurostat și Agenția Internațională pentru Energie Atomică la Perspectivele Populației Mondiale emise de ONU și Organizația Mondială a Sănătății.

** Preferatele mele, pentru detaliile și calitatea de neegalat a datelor prezentate de ele, sunt *Anuarul Statistic din Japonia* și Serviciul Național de Statistică Agricolă al Departamentului pentru Agricultură al Statelor Unite.

naționale* și articole publicate în reviste științifice". O mică parte dintre cifre provine din monografii științifice, din studii recente efectuate de agențiile de consultanță majore (recunoscute pentru acuratețea rapoartelor lor) sau din sondaje publice de opinie efectuate de organizații de tradiție, precum Gallup sau Pew Research Center.

Apoi, pentru a înțelege cu adevărat ce se întâmplă în lumea noastră, trebuie să punem cifrele în contextul potrivit: istoric și internațional. De exemplu, referindu-ne la contextul *istoric*, unitatea de măsură științifică pentru energie este de un joule, iar economiile dezvoltate consumă acum anual aproximativ 150 de miliarde de jouli (150 de gigajouli) de energie primară pe cap de locuitor (pentru comparație, o tonă de țiței are 42 de gigajouli), în vreme ce în Nigeria, cea mai populată țară africană (și cu cele mai mari resurse de petrol și gaze naturale), media este de doar 35 de gigajouli. Diferența este impresionantă, Franța sau Japonia folosind de aproape cinci ori mai multă energie pe cap de locuitor, însă abia comparația istorică ne oferă *adevărata* dimensiune a decalajului: Japonia folosește atât de multă energie din 1958 (o viață de om pentru Africa), în vreme ce Franța a atins media de 35 de gigajouli încă din 1880, echivalentul a *două* vieți de om pentru Nigeria.

Contrastele *internaționale* contemporane nu sunt mai puțin memorabile. Dacă facem comparația între rata mortalității infantile din America și cea din Africa Subsahariană, obținem un decalaj mare, dar previzibil. Nici faptul că Statele Unite nu se numără printre primele 10 țări cu cea mai redusă rată a mortalității infantile nu este atât de surprinzător, ținând cont de populația extrem de diversă și de numărul ridicat de imigranți proveniți din țările mai puțin dezvoltate, însă puțini ar bănuî că nu se situează nici măcar printre primele 30 de

* Inclusiv exemplarele lucrări *Statisticile istorice ale Statelor Unite, din vremuri coloniale până în 1970* și *Statisticile istorice ale Japoniei*.

** De la *Biogerontology* la *International Journal of Life Cycle Assessment*.

țări*! Această surpriză ne determină, inevitabil, să ne întrebăm de ce se întâmplă asta, iar răspunsul deschide un întreg univers de considerații sociale și economice. Pentru a înțelege cu adevărat multe dintre cifre (în mod individual sau ca parte componentă a unor statistici complexe) este nevoie de cunoștințe științifice și aritmetice de bază.

Lungimea (distanța) este unitatea de măsură cel mai ușor de asimilat. Majoritatea oamenilor au o percepție destul de bună despre cât înseamnă 10 centimetri (o palmă de adult cu degetul mare ridicat), un metru (distanța de la sol la brâu în cazul unui om obișnuit) și un kilometru (o călătorie de un minut în traficul orașului). Viteza obișnuită (distanță/timp) este, de asemenea, ușor de înțeles: o plimbare rapidă înseamnă 6 km/h, un tren rapid intercity atinge 300 km/h, un avion cu reacție propulsat de un motor puternic înregistrează 1 000 km/h. Masele sunt mai greu de „cumpănit”: un nou-născut cântărește, de regulă, mai puțin de 5 kilograme, o căprioară mică are sub 50 de kilograme, unele tancuri de luptă sub 50 de tone, iar greutatea maximă la decolare a unui Airbus 380 este de peste 500 de tone. Volumele se dovedesc la fel de dificile: rezervorul de benzină al unei berline mici are aproximativ 40 de litri; volumul intern al unei locuințe americane mici are, de obicei, mai puțin de 400 de metri cubi. Înțelegerea energiei și puterii (jouli și wați) sau a intensității și rezistenței curentului electric (amperi și ohmi) este dificilă dacă nu lucrezi frecvent cu aceste unități de măsură; prin urmare, comparațiile relative, cum ar fi decalajul dintre cantitatea de energie consumată de țările africane și europene, sunt mai ușor de folosit.

Banii reprezintă o altă provocare. Majoritatea oamenilor știu să-și estimeze nivelul relativ al venitului și economiilor, dar comparațiile istorice la nivel național și internațional trebuie ajustate în funcție de inflație, iar comparațiile *internaționale*

* În 2018, era pe locul 33 dintre cele 36 de țări membre ale Organizației pentru Cooperare și Dezvoltare Economică.

trebuie să țină cont de fluctuațiile cursurilor de schimb și de evoluția puterii de cumpărare.

Și apoi există diferențe calitative care nu se reflectă în cifre, iar astfel de considerații sunt deosebit de importante atunci când comparăm preferințele și dietele alimentare. De exemplu, conținutul de carbohidrați și proteine pentru 100 de grame poate fi asemănător, însă ceea ce trece drept pâine într-un supermarket din Atlanta (felii moi, pătrate, ambalate în pungi de plastic) se situează, literalmente, la un ocean distanță de ceea ce va expune în vitrină un *maître boulanger* sau un *Bäckermeister* în brutăriile lor din Lyon sau Stuttgart.

Pe măsură ce numerele cresc, ordinele de mărime (diferențele înmulțite cu zece) devin mult mai relevante decât cifrele specifice: un Airbus 380 este cu un anumit ordin de mărime mai greu decât un tanc de luptă; un avion cu reacție este cu un anumit ordin de mărime mai rapid decât un automobil pe autostradă; iar o căprioară cântărește cu un anumit ordin de mărime mai mult decât un bebeluș. Sau, folosind exponenți și multipli, în concordanță cu Sistemul Internațional de Unități, un nou-născut cântărește 5×10^3 grame sau 5 kilograme; un Airbus 380 cântărește peste 5×10^8 grame sau 500 de milioane de grame. Când ajungem la cifre foarte mari, lucrurile se complică, întrucât europenii (urmând exemplul francezilor) se abat de la notația științifică și nu denumesc 10^9 un bilion, ci (*vive la différence!*) *un milliard* (provocând *une confusion fréquente*). Lumea va avea în curând 8 miliarde de oameni (8×10^9), în 2019 producția sa economică (în termeni nominali) era de aproximativ 90 de trilioane de dolari (9×10^{13}) și consuma energie de peste 500 de miliarde de miliarde de jouli (500×10^{18} sau 5×10^{20}).

Vestea bună este că o mare parte dintre aceste informații sunt mult mai ușor de asimilat decât ar crede majoritatea oamenilor. Să presupunem că lași deoparte timp de câteva minute pe zi telefonul mobil (eu n-am avut unul niciodată și nu mi s-a părut că pierd mare lucru) și estimezi lungimile și distanțele din jurul tău, măsurându-le, să zicem, cu palma (care are, amintește-ți, aproximativ 10 centimetri) sau (după ce îți

recuperezi mobilul) cu ajutorul GPS-ului. Ai putea, de asemenea, să calculezi volumul obiectelor care-ți ies în cale (oamenii subestimează întotdeauna volumul obiectelor subțiri, dar mari) și ar fi o adevărată distracție să măsoari (fără niciun fel de ajutor electronic) diferențele dintre ordinele de mărime atunci când citești ultimele știri la nivel național despre inegalitățile dintre miliardari și angajații care ambalează produsele în depozitele Amazon (câte ordine de mărime îi separă în privința venitului anual?) sau să vezi o comparație între mediile naționale ale PIB-ului pe cap de locuitor (câte ordine de mărime diferențiază Marea Britanie de Uganda?). Aceste exerciții mentale te vor ajuta să menții contactul cu realitățile fizice ale lumii înconjurătoare și să-ți păstrezi sinapsele active. Înțelegerea numerelor presupune, efectiv, un dram de implicare.

Sper ca această carte să-i ajute pe cititori să înțeleagă adevărata stare a lumii noastre. Sper să te surprindă, să te facă să te miri de unicitatea speciei noastre, de inventivitatea noastră și de strădania noastră de a înțelege mai bine lucrurile. Scopul meu nu este numai de a demonstra că cifrele nu mint, ci să descopăr totodată adevărul pe care-l transmit acestea.

O ultimă observație cu privire la numerele cuprinse în carte: toate sumele în dolari, cu excepția cazului în care sunt specificate altfel, se referă la dolari americani; și toate măsurătorile sunt în sistem metric, cu unele excepții justificate, ca atunci când scriu despre mile marine și țoli pentru cherestea americană.

Vaclav Smil
Winnipeg, 2020

Oameni.

Locuitorii planetei noastre

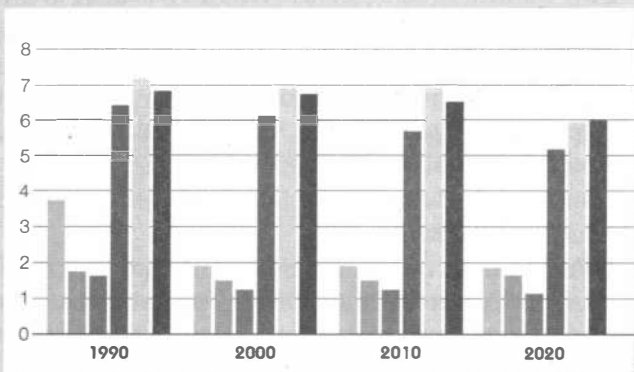
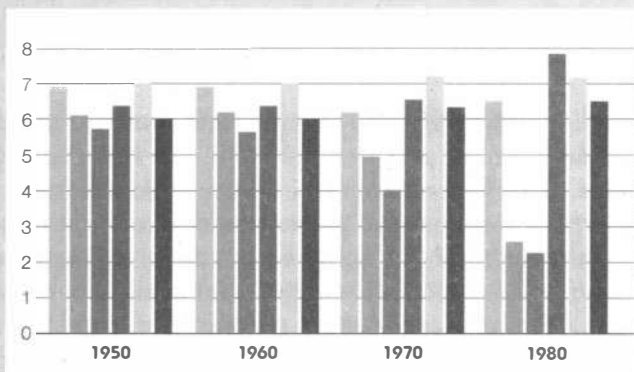
Ce se întâmplă când scade natalitatea?

Rata totală a fertilității (RTF) reprezintă numărul de copii născuți de o femeie pe parcursul vieții. Cea mai clară constrângere fizică în acest sens este durata perioadei fertile (de la menarhă la menopauză). Vârsta primei menstruații a scăzut de la aproximativ 17 ani în societățile preindustriale la mai puțin de 13 ani în lumea occidentală actuală, în timp ce, în medie, debutul menopauzei a avansat ușor, până la puțin peste vârsta de 50 de ani, rezultând un interval fertil tipic de aproximativ 38 de ani, în comparație cu aproximativ 30 de ani în societățile tradiționale.

Pe parcursul duratei fertile a vieții, se produc între 300 și 400 de ovulații. Întrucât fiecare sarcină exclude 10 ovulații și pentru că trebuie scăzute 5-6 ovulații suplimentare pentru fiecare sarcină din cauza șanselor reduse de concepție în timpul perioadei tradiționale de alăptare prelungită, rata maximă de fertilitate este de aproximativ 24 de sarcini. Luând în calcul eventualele nașteri multiple, totalul poate depăși 24 de copii născuți vii, lucru confirmat de documentele istorice despre femeile care au avut mai mult de 30 de copii.

Dar, în mod tipic, ratele maxime de fertilitate în societățile care nu exercită controlul natalității au fost întotdeauna mult mai mici din cauza combinației dintre sarcinile pierdute, feteșii morți, infertilitate și mortalitatea maternă prematură.

**Rata fertilității scade rapid în Asia,
în comparație cu o rată constantă în Africa**



Aceste realități reduc rata fertilității maxime la nivelul populației la 7-8; într-adevăr, până în secolul al XIX-lea, o asemenea rată era comună pe toate continentele, în anumite părți din Asia până în urmă cu două generații și poate fi încă întâlnită în Africa Subsahariană, unde, în cazul Nigerului, este de 7,5 (cu mult sub dimensiunea preferată a familiei: în medie, femeile din Niger vor să aibă 9,1 copii!). Însă, chiar și în această regiune, RTF — deși încă ridicată — a scăzut (la 5-6 în majoritatea țărilor), iar restul lumii înregistrează acum o fertilitate moderată, scăzută sau extrem de scăzută.

Tranziția către această lume nouă a început în momente diferite, nu numai la nivelul continentelor, ci și în interiorul acestora: Franța era cu mult înaintea Italiei, Japonia cu mult înaintea Chinei, iar China comunistă a luat, în cele din urmă, decizia drastică de a le interzice familiilor să aibă mai mult de un singur copil. În plus, dorința de a avea mai puțini copii a fost stimulată de o combinație, adesea extrem de sinergică, între creșterea treptată a nivelului de trai, mecanizarea muncii agricole, înlocuirea animalelor și a oamenilor de către mașini, industrializarea și urbanizarea pe scară largă, numărul tot mai mare de femei angrenate în câmpul muncii în mediul urban, progresul universal al educației, serviciile medicale îmbunătățite, rata crescută de supraviețuire a nou-născuților și pensiile garantate de guvern.

Preocuparea istorică pentru cantitate s-a transformat, uneori cu rapiditate, într-o căutare a calității: beneficiile fertilității ridicate (garantarea supraviețuirii pe fondul mortalității infantile ridicate, furnizarea de forță de muncă suplimentară, asigurarea unui sprijin la bătrânețe) au început să fie diminuate și, încet-încet, să dispară, iar familiile mai mici au investit mai mult în copiii lor și în creșterea calității vieții lor, pornind, de obicei, de la o alimentație îmbunătățită (mai multă carne și fructe proaspete, mai multe mese luate la restaurant) și terminând cu SUV-uri și zboruri către plaje tropicale îndepărtate.

Așa cum se întâmplă adesea în cazul transformărilor sociale și tehnologice, a durat mult timp până când deschizătorii de drumuri au reușit să îndeplinească schimbarea, în vreme ce o

parte dintre cei care au adoptat târziu schimbările au finalizat procesul în doar două generații. Trecerea de la o fertilitate ridicată la una scăzută a durat aproximativ două secole în Danemarca și 170 de ani în Suedia. Prin comparație, în Coreea de Sud, fertilitatea a scăzut, în doar 30 de ani, de la o rată totală a fertilității de 6 sub nivelul de înlocuire, iar fertilitatea chineză s-a diminuat vertiginos de la 6,4 în 1962 la 2,6 în 1980. Dar, în mod surprinzător, Iranul este țara care deține recordul. În 1979, după înlăturarea monarhiei și întoarcerea din exil a Ayatollahului Khomeini, care a instituit teocrația, rata medie a fertilității era de 6,5, dar, până în anul 2000, aceasta a scăzut până la nivelul de înlocuire și a continuat să se diminueze.

Nivelul de înlocuire a fertilității măsoară menținerea populației la un nivel stabil. Acesta este de aproximativ 2,1, cu o fracțiune suplimentară necesară pentru a compensa fetele care nu vor supraviețui până la vârsta fertilă. Nicio țară nu a reușit să oprească scăderea fertilității la nivelul de înlocuire și să atingă o populație staționară. Din ce în ce mai mult, omenirea trăiește în societăți aflate sub nivelul de înlocuire a fertilității. În 1950, 40% din omenire trăia în țări cu fertilități de peste 6, iar rata medie era de aproximativ 5; în anul 2000, doar 5% din populația globală se afla în țări cu fertilități mai mari de 6, iar media (de 2,6) era aproape de nivelul de înlocuire. Până în 2050, aproape trei sferturi din omenire vor locui în țări cu o fertilitate inferioară ratei de înlocuire.

Această schimbare aproape globală a avut implicații demografice, economice și strategice enorme. A scăzut importanța Europei (în 1900, acest continent număra aproximativ 18% din populația lumii, iar în 2020 avea doar 9,5%) și a crescut cea a Asiei (în 2020, avea 60% din totalul mondial), însă nivelurile ridicate ale fertilității regionale garantează că aproape 75% din totalul nașterilor din următorii 50 de ani, între 2020 și 2070, vor avea loc în Africa.

Și ce ne rezervă viitorul pentru țările a căror fertilitate a scăzut sub nivelul de înlocuire? Dacă ratele naționale rămân în preajma nivelului de înlocuire (nu mai mici de 1,7; în 2019,

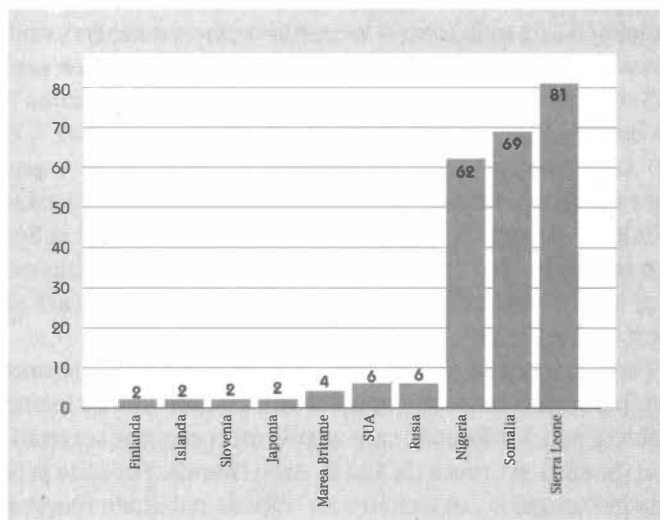
Franța și Suedia aveau o rată de 1,8), atunci există mari șanse de recuperare în viitor. Dacă vor scădea sub 1,5, recuperarea va deveni tot mai improbabilă: în 2019, s-au înregistrat minime record, de 1,3 în Spania, Italia și România și de 1,4 în Japonia, Ucraina, Grecia și Croația. Declinul treptat al populației (cu toate implicațiile sale sociale, economice și strategice) pare a fi viitorul Japoniei și al multor țări europene. Până în prezent, nicio politică guvernamentală de încurajare a natalității nu a reușit o schimbare majoră și singura opțiune evidentă pentru a preveni depopularea este deschiderea porților pentru imigranți, dar pare puțin probabil să se întâmple acest lucru.

Cel mai bun indicator al calității vieții? Să analizăm mortalitatea infantilă

Atunci când caută cei mai relevanți indicatori pentru calitatea vieții umane, economiștii — gata mereu să reducă totul la bani — preferă să se bazeze pe valoarea produsului intern brut (PIB) pe cap de locuitor sau pe venitul mediu disponibil. Ambii indicatori sunt cât se poate de discutabili. PIB-ul este în creștere în societățile în care violența în urcare impune tot mai multe acțiuni polițienești, investiții sporite în măsuri de securitate și internări frecvente în spitale; iar venitul mediu disponibil nu ne spune nimic despre gradul de inegalitate economică sau despre măsurile de protecție socială pentru familiile dezavantajate. Chiar și așa, aceste indicatoare ne oferă un clasament general al țărilor destul de relevant. Prea puțini oameni și-ar dori să trăiască în Irak (în 2018, PIB-ul nominal era de aproximativ 6 000 de dolari), spre deosebire de Danemarca (în 2018, PIB-ul nominal era de aproximativ 60 000 de dolari). Iar calitatea medie a vieții este, fără îndoială, mai ridicată în Danemarca decât în România: ambele aparțin UE, dar venitul disponibil este cu 75% mai mare în cazul primei țări.

Din 1990, cea mai răspândită măsurătoare alternativă a fost Indicele Dezvoltării Umane (IDU), un indicator cu multiple variabile, menit să ofere criterii mai bune de evaluare. Acesta combină speranța de viață la naștere și realizările educaționale (media și anii preconizați de școlarizare) cu venitul național brut pe cap de locuitor, însă (deloc surprinzător) se corelează foarte bine cu media PIB-ului pe cap de locuitor, ceea ce face ca aceasta din urmă să fie un indicator la fel de bun pentru calitatea vieții ca alți indici mai complecși.

Rata mortalității infantile
Decese anuale la 1 000 de nou-născuți vii, 2015-2018



Eu prefer să folosesc indicatorul mortalității infantile ca fiind unic pentru o comparație rapidă și relevantă a calității vieții: numărul de decese înregistrate în primul an de viață la 1 000 de nou-născuți vii.

Mortalitatea infantilă este un indicator foarte puternic întrucât ratele scăzute sunt imposibil de realizat în lipsa unei combinații între mai multe condiții critice definitorii pentru o calitate bună a vieții — servicii medicale eficiente, în general, și, în particular, asistență prenatală, perinatală și neonatală; alimentație adecvată a mamei și sugarului; condiții de viață și sanitare corespunzătoare; acces la asistență socială pentru familiile defavorizate — și care se fundamentează totodată pe cheltuieli guvernamentale și private relevante, precum și pe infrastructuri și venituri care mențin utilizarea și accesul. O singură variabilă surprinde astfel o serie de condiții prelabile pentru supraviețuirea aproape universal valabilă în perioada cea mai critică a vieții: primul an.

Rata mortalității infantile în societățile preindustriale a fost, în mod crud și uniform, una ridicată: chiar și în 1850, în vestul Europei și în Statele Unite, aceasta era între 200 și 300 (adică, în primele 365 de zile, între o treime și o cincime dintre copii nu supraviețuiau). Până în 1950, media occidentală a fost redusă la 35–65 (de regulă, unul dintre 200 de nou-născuți murea înainte de prima aniversare). Excluzând statele foarte mici — cum ar fi Andorra și Anguilla sau Monaco și San Marino —, grupul cu o rată de mortalitate mai mică de 5 la 1 000 de nou-născuți include 35 de țări, de la Japonia (cu o rată de 2) până la Serbia (cu o rată puțin mai mică de 5), iar liderii ierarhiei demonstrează de ce indicatorul nu poate fi folosit pentru o clasificare simplistă, fără referire la condiții demografice mai largi.

Țările cu cel mai scăzut nivel al mortalității infantile sunt, în mare parte, țări mici (cu populații sub 10 milioane de locuitori; de obicei, sub 5 milioane), care au cele mai omogene societăți din lume (Japonia și Coreea de Sud în Asia; Islanda, Finlanda și Norvegia în Europa) și, majoritatea lor, rate de natalitate foarte scăzute. Evident, este mult mai dificil să obții și să menții un nivel foarte scăzut al mortalității infantile în societățile mai mari, eterogene, cu rate ridicate de imigrație din țări mai puțin bogate, precum și în țările cu rate sporite ale natalității. În consecință, este dificil de reprodus rata islandeză (3) în Canada (cu o mortalitate infantilă de 5), o țară cu o populație de 100 de ori mai mare și care primește anual tot atâția nou-veniți (din zeci de țări, majoritatea asiatice, cu un nivel scăzut al veniturilor) cât totalul populației din Islanda. Aceleași realități afectează Statele Unite, dar mortalitatea infantilă relativ ridicată a țării (6) este, fără îndoială, influențată de o inegalitate economică mai mare (cum este cazul, într-un grad mai mic, și cu rata canadiană).

În acest sens, mortalitatea infantilă este un indicator al calității vieții mai exigent decât media veniturilor sau Indicele Dezvoltării Umane, dar are nevoie totuși de anumite clarificări: nu există un indicator unic, pe deplin satisfăcător pentru măsurarea calității vieții unei națiuni. Un lucru lipsit de îndoială este faptul că mortalitatea infantilă se găsește la un nivel inacceptabil

de ridicat în peste zece țări din zona subsahariană. Ratele lor (peste 60 la 1 000) sunt egale cu cele din vestul Europei de acum 100 de ani, un interval de timp care amintește de decalajul privind dezvoltarea pe care trebuie să-l depășească aceste națiuni pentru a ajunge din urmă economiile bogate.

Cel mai bun randament investițional: vaccinurile

Moartea cauzată de bolile infecțioase în fragedă pruncie și în copilărie reprezintă probabil cea mai cruntă soartă în lumea modernă și una dintre situațiile cele mai ușor de evitat. Măsurile necesare pentru a reduce până la minimum acest tip de mortalitate prematură nu pot fi clasificate în funcție de importanța lor: apa potabilă curată și nutriția adecvată sunt la fel de vitale ca prevenirea bolilor sau igiena corespunzătoare. Dar dacă le judeci în funcție de raportul cost-beneficii, vaccinurile sunt câștigătorii detașați.

Vaccinurile moderne datează din secolul al XVIII-lea, când Edward Jenner le-a folosit pentru prima oară împotriva variolei. Vaccinurile împotriva holerei și ciumei au fost create înaintea Primului Război Mondial, iar cele împotriva tuberculozei, tetanosului și difteriei, înaintea celui de-al Doilea Război Mondial. Printre marile descoperiri postbelice se numără vaccinurile împotriva pertussisului (tusea convulsivă) și poliomielitei. În prezent, practica standard de pretutindeni este de a injecta copiii cu un vaccin polivalent care previne difteria, tetanosul, pertussisul și poliomielitea, precum și meningita, otita și pneumonia, trei infecții cauzate de *Haemophilus influenzae* tip B. Prima doză este administrată la șase săptămâni după naștere, iar celelalte două, la 10, respectiv 14 săptămâni mai târziu. Un vaccin polivalent costă mai puțin de un dolar și fiecare copil vaccinat în plus reduce riscul de infecție în rândul copiilor de aceeași vârstă nevaccinați.

Numărul de decese prevenite prin vaccinare, 2011-2020

Rujeolă



Vaccinuri noi și subutilizate



Total 24,6-25,8 milioane

Ținând cont de aceste realități, a fost dintotdeauna clar că vaccinarea are un raport cost-beneficii extrem de ridicat, deși unul dificil de cuantificat. Însă, în 2016, grație unui studiu finanțat de Fundația Bill & Melinda Gates și realizat de profesioniști americani din domeniul sănătății în Baltimore, Boston și Seattle, am reușit, în sfârșit, să măsurăm beneficiul obținut. Studiul s-a concentrat pe randamentul investiției, asociat cu nivelurile estimate de acoperire a vaccinării în aproape 100 de țări cu venituri mici și medii din timpul celui de-al doilea deceniu al acestui secol — deceniul vaccinurilor.

Intervalele cost-beneficii s-au bazat, pe de o parte, pe costul vaccinurilor și al rețelei de aprovizionare și livrare a acestora și, pe de altă parte, pe costul estimat al evitării morbidității și mortalității. Pentru fiecare dolar investit în vaccinare se consideră că se economisesc 16 dolari, care altfel s-ar fi dus pe asistență medicală, pierderi salariale și reducerea productivității cauzate de îmbolnăvire și moarte.

Iar când analiza a depășit limita costului abordării bolii și s-a preocupat de beneficiile economice mai ample, a descoperit că raportul cost-beneficii era de două ori mai mare, ajungând la 44 de ori, cu un interval de incertitudine între 27 și 67. Cele mai bune randamente le-a avut prevenirea rujeolei: o rentabilitate de 58 de ori mai mare.

Fundația Gates a publicat descoperirea acestui beneficiu de 44 de ori mai mare sub forma unei scrisori către Warren Buffett, cel mai important sponsor al fundației. Chiar și el trebuie să fi fost impresionat de randamentul investiției!

Mai sunt încă multe de făcut. După generații de progrese, rata de acoperire a vaccinării de bază în țările cu venituri ridicate este acum aproape universală, ajungând la aproape 96%, și s-au făcut progrese mari în țările cu venituri mici, unde acoperirea a crescut de la doar 50% în anul 2000 la 80% în 2016.

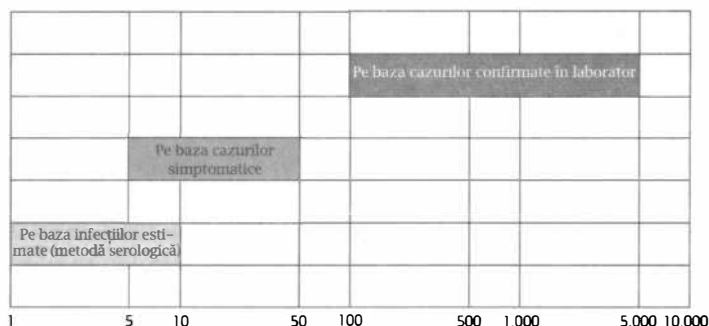
Cea mai dificilă parte este eliminarea completă a amenințării bolilor infecțioase. Poliomiелita ilustrează poate cel mai bine această provocare: rata infecției la nivel mondial a scăzut de la aproximativ 400 000 de cazuri în 1985 la mai puțin de 100 în 2000, însă în 2016 s-au înregistrat totuși 37 de cazuri în regiunile cuprinse de violență din nordul Nigeriei, Afganistan și Pakistan. Și, după cum ne-au dovedit recent virusurile Ebola, Zika și COVID-19, vor apărea riscuri noi de infecție. Vaccinurile sunt încă cel mai bun mod de a le controla.

De ce este greu de anticipat cât de gravă va fi o pandemie când aceasta este în plină desfășurare

Am scris aceste rânduri la finalul lui martie 2020, tocmai în momentul când pandemia de COVID-19 cunoștea o creștere exponențială în Europa și în America de Nord. În loc să ofer o nouă estimare sau predicție (și să perimez brusc acest capitol), am decis să explic incertitudinile care complică întotdeauna raționamentele și interpretările pe care le dăm statisticilor în aceste situații stresante.

Temerile generate de o pandemie virală se datorează ratei relativ ridicate a mortalității, dar este imposibil de identificat această rată atunci când infecția este în plină desfășurare, iar acest lucru este și mai dificil după încheierea pandemiei. Cea mai folosită abordare epidemiologică este calcularea riscului de fatalitate a cazurilor. Numărătorul (certIFICATELE de deces care arată cauza decesului) este evident și, în majoritatea țărilor, acest indice este unul destul de sigur. Dar alegerea numitorului stârnește multe incertitudini. Care „cazuri”? Doar infecțiile confirmate de laborator, toate cazurile simptomatice (inclusiv persoanele care nu au fost testate, dar au manifestat simptome preconizate) sau numărul total de infecții, inclusiv cazurile asimptomatice? Cazurile testate sunt cunoscute cu o precizie ridicată, dar numărul total de infecții trebuie estimat fie pe baza studiilor serologice post-pandemie (găsirea anticorpilor în sânge), fie utilizând diverse ecuații de creștere, pentru a crea modelul răspândirii anterioare a pandemiei, fie luând în calcul multiplicatorii cei mai probabili (X persoane infectate la un număr Y de decese reale).

**Diferențele privind numărul de decese la 100 000 de cazuri
în timpul pandemiei de gripă din 2009 în funcție
de mărimea numitorului**



Decese la 100 000 de cazuri (scară logaritmică)

Studiul detaliat al cazurilor de decese cauzate de pandemia de gripă din 2009 — declanșată în SUA în ianuarie 2009, care a persistat în unele locuri până în august 2010 și a fost cauzată de combinația unică între noul virus H1N1 și genele gripale — este ilustrativ pentru intervalul incertitudinilor rezultate. La numărător, am folosit de fiecare dată numărul deceselor confirmate, însă la numitor am utilizat trei categorii diferite de definire a cazurilor: cazuri confirmate de laborator, cazuri simptomatice estimate și infecții estimate (pe baza serologiei sau a ipotezelor privind amploarea infecțiilor asimptomatice). Diferențele rezultate au fost foarte mari, situându-se într-un interval între mai puțin de un deced la 100 000 de oameni și 10 000 de morți la 100.000 de cazuri.

După cum era de așteptat, abordarea bazată pe cazurile confirmate în laborator a oferit cel mai mare risc (în principiu, între 100 și 5 000 de decese), abordarea bazată pe simptome a oferit un interval între 5 și 50 de decese, în vreme ce trecerea la numitor a infecțiilor estimate a generat un risc situat doar între 1 și 10 decese la 100 000 de oameni: prima

abordare a ilustrat un risc de fatalitate de 500 de ori mai mare decât ultima!

În 2020, odată cu răspândirea COVID-19 (cauzată de un coronavirus, SARS-CoV-2), ne confruntăm cu aceleași incertitudini. De exemplu, până la 30 martie 2020, statisticile oficiale chineze numărau 50 006 cazuri și 2 547 de decese în Wuhan, epicentrul pandemiei, care părea să fi depășit perioada critică. Nu a existat nicio confirmare independentă a acestor sume totale suspecte: pe 17 aprilie, chinezii au crescut numărul morților cu 50%, la 3 869, dar numărul total de cazuri, cu doar 325. În primă instanță, fatalitatea cazurilor este de 5%, în cea de-a doua, de 7,7% — și, cel mai probabil, nu vom afla niciodată numărul real. În orice caz, numitorii includ doar cazurile testate (sau testate și simptomatice): Wuhan este un oraș cu 11,1 milioane de oameni, iar 50 000 de cazuri ar însemna că mai puțin de 0,5% dintre locuitorii săi au fost infectați, o pondere incredibil de mică în comparație cu numărul persoanelor afectate de gripa anuală.

Dacă nu cunoaștem numărul total al infecțiilor, putem obține o înțelegere mai bună apelând la abordarea demografică a mortalității, exprimată sub forma deceselor provocate de o anumită cauză la 1 000 de locuitori, și folosind pentru comparație numărul de victime provocat de gripa anuală. Presupunând că vârful epidemiei de COVID-19 în Wuhan a fost depășit (și că cifrele oficiale reflectă realitatea), 3 900 de decese ar presupune o mortalitate specifică acestei pandemii de 0,35/1 000. Centrele pentru Controlul și Prevenirea Bolilor (CPB) estimează că, în SUA, gripa sezonieră 2019–2020 va afecta între 38 și 54 de milioane de oameni (dintr-o populație totală de 330 de milioane de locuitori) și că se vor înregistra între 23 000 și 59 000 de morți. Folosind media acestor intervale — 46 de milioane de persoane infectate și 41 000 de decese —, înseamnă că circa 14% dintre americani se vor infecta și că aproximativ 0,09% din totalul persoanelor infectate vor muri (rata fatalității cazurilor); totalul ratei mortalității specifice gripei va fi de 0,12/1.000 (adică va muri o persoană la fiecare 10 000 de cazuri), prin comparație cu 0,35/1.000 pentru Wuhan, la mijlocului lunii aprilie 2020.

Mortalitatea provocată de COVID-19 în Wuhan, în 2020, ar fi astfel de aproximativ trei ori mai mare decât mortalitatea gripei sezoniere din 2019-2020 în SUA, ceea ce reprezintă, cu siguranță, un motiv de îngrijorare, dacă nu unul de panică.

Ca în cazul oricărei alte pandemii, pentru a obține o imagine clară a răului provocat, va trebui să așteptăm până când COVID-19 își va urma cursul firesc. Abia atunci vom putea cunoaște numărul real — sau, pentru că nu vom afla niciodată cifra totală a persoanelor infectate la nivel național și global, vom efectua estimări cât mai exacte — și vom compara riscul rezultat al fatalității cazurilor, care s-ar putea să nu difere prea mult de cifrele pentru pandemia din 2009.

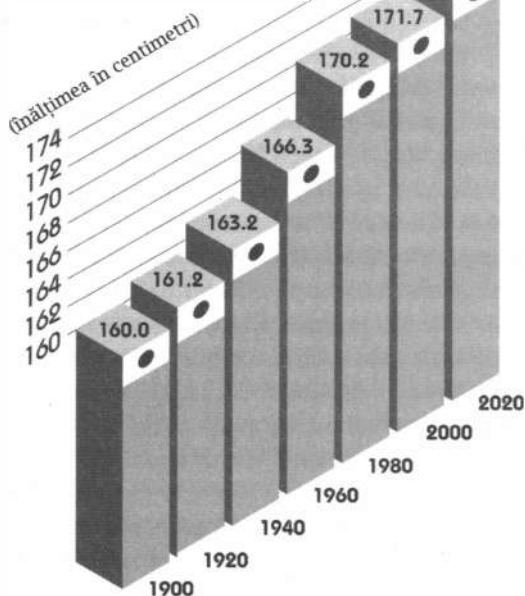
Aceasta este una dintre cele mai elementare lecții de algebră: putem cunoaște cu exactitate numărătorul, dar, dacă nu cunoaștem numitorul cu o certitudine comparabilă, nu putem calcula cu precizie rata. Incertitudinile nu vor dispărea niciodată pe deplin, dar atunci când vei citi aceste rânduri vei înțelege mult mai bine adevărata amploare și intensitatea ultimei pandemii decât atunci când le-am scris eu. Sper să le citești în continuare.

Ca multe alte investigații despre condiția umană, studiile despre înălțimea oamenilor își au originile târzii în Franța secolului al XVIII-lea, unde, între 1759 și 1777, Philibert Guéneau de Montbeillard și-a măsurat fiul la fiecare șase luni — de la naștere până la vârsta de 18 ani —, iar Comte de Buffon a publicat tabelul măsurătorilor băiatului în suplimentul din 1777 al celebrei sale *Histoire Naturelle*. Dar fiul lui Montbeillard era înalt pentru epoca sa (ca tânăr adult, avea o înălțime asemănătoare cu un olandez de rând din zilele noastre) și ne-au lipsit informațiile sistematice pe scară largă despre înălțimea oamenilor și procesul de creștere a copiilor și adolescenților până în anii 1830, când acest lucru a fost corectat datorită lui Edouard Mallet și Adolphe Quetelet.

De atunci, au fost studiate toate aspectele înălțimii umane, variind de la progresul așteptat odată cu vârsta și relația înălțimii cu greutatea până la determinanții nutriționali și genetici și diferențele de gen în perioadele accelerate de creștere. Drept urmare, cunoaștem — cu o precizie ridicată — înălțimile (și greutatea) așteptate la diferite vârste. Dacă o tânără mamă americană vine la pediatrul ei cu un băiat de doi ani care măsoară 93 de centimetri, i se va spune că fiul ei este mai înalt decât 90% dintre copiii de vârsta lui.

Pentru cei interesați de măsurătorile pe termen lung ale progresului, precum și de comparații internaționale relevante, unul dintre cele mai bune rezultate ale studiilor sistematice moderne a fost bine documentata istorie a mediilor de creștere în înălțime. Deși oprirea din dezvoltare (creșterea inadecvată care produce o înălțime scăzută în raport cu vârsta la copiii mici) este în continuare des întâlnită în multe țări sărace, prevalența

**Înălțimea japonezilor de sex masculin la vârsta de 18 ani:
1900-2020**



sa globală a scăzut — în special datorită progresului rapid înregistrat de China — de la aproximativ 40% în 1990 la aproximativ 22% în 2020, iar creșterea în înălțime a fost o tendință globală a secolului XX.

Consolidarea sănătății și îmbunătățirea alimentației — și, mai presus de toate, aporturile sporite de proteine animale de înaltă calitate (lapte, brânzeturi, carne și ouă) — au fost motorul schimbării, iar a fi mai înalt presupune un număr surprinzător de mare de beneficii. Printre ele nu se numără, în general,

o speranță de viață mai mare, însă includ un risc mai scăzut de boli cardiovasculare și, totodată, o capacitate cognitivă mai mare, câștiguri sporite pe tot parcursul vieții și un statut social mai ridicat. Corelația dintre înălțime și câștiguri a fost documentată pentru prima dată în 1915 și de atunci a fost confirmată în mod repetat pentru grupuri diverse, de la minerii indieni din exploatarea de cărbune până la directorii de companii din Suedia. În plus, ultimele studii arată că directorii companiilor cu un capital mai important sunt mai înalți!

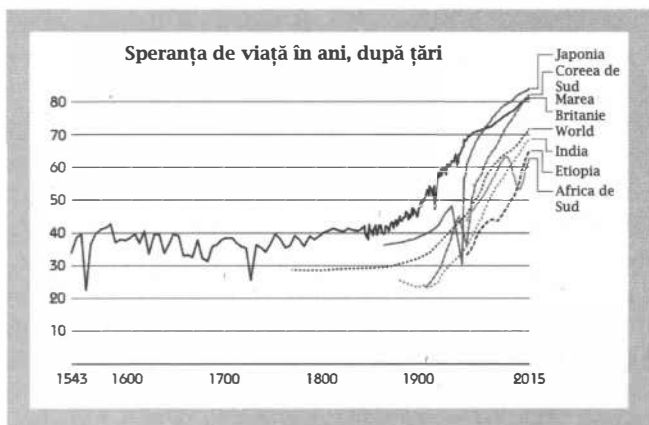
Informațiile despre populație obținute pe termen lung și pe scară largă sunt în egală măsură de fascinante. Înălțimea medie a bărbaților în Europa preindustrializată era între 169 și 171 de centimetri, în vreme ce media globală era de aproximativ 167 de centimetri. Datele antropometrice disponibile din abundență pentru 200 de țări demonstrează un progres mediu pe parcursul secolului XX de 8,3 centimetri pentru femeile adulte și 8,8 centimetri pentru bărbați. Locuitorii tuturor țărilor din Europa și America de Nord au crescut în înălțime, în timp ce femeile sud-coreene au înregistrat cele mai mari progrese medii pentru persoanele de sex feminin (20,2 centimetri), iar bărbații iranieni au depășit segmentul masculin cu 16,5 centimetri. Informațiile detaliate despre Japonia, consemnate începând din 1900 pentru ambele sexe, la 12 vârste diferite, între 5 și 24 de ani, demonstrează modul în care creșterea în înălțime este corelată cu constrângerile și îmbunătățirile nutriționale: între 1900 și 1940, înălțimea medie a băieților de 10 ani a crescut cu 0,15 centimetri/an, dar în timpul războiului penuria de alimente a redus-o cu 0,6 centimetri/an; creșterea anuală a fost reluată abia în 1949, iar în a doua jumătate a secolului s-a înregistrat o medie de creștere de 0,25 centimetri/an. În mod similar, în China, progresele au fost întrerupte de cea mai mare foamete din lume (1959–1961), dar bărbații din marile orașe au înregistrat totuși o creștere de 1,3 centimetri/an în ultima jumătate a secolului XX. În schimb, măsurătorile pentru a doua jumătate a secolului XX arată progrese minime în India și Nigeria, niciunul în Etiopia și o ușoară scădere în Bangladesh.

Care este țara cu cei mai înalți cetățeni? La bărbați, recordurile sunt înregistrate în Olanda, Belgia, Estonia, Letonia și Danemarca; la femei, Letonia, Olanda, Estonia, Republica Cehă și Serbia, iar cel mai înalt grup (cu o medie care depășește 182,5 centimetri) este cel al olandezilor născuți în ultimul sfert al secolului XX. Laptele a fost un factor-cheie în procesul de creștere, fie că vorbim despre Japonia sau Olanda. Înaintea celui de-al Doilea Război Mondial, bărbații olandezi erau mai scunzi decât cei americani, dar consumul de lapte din SUA după 1950 a scăzut, în timp ce în Olanda a crescut până în anii 1960 — și rămâne mai ridicat decât cel din SUA. Lecția este evidentă: cel mai simplu mod de a îmbunătăți șansele unui copil de a crește mai înalt este să bea mai mult lapte.

Este speranța de viață, în sfârșit, pe cale să atingă apogeul?

Ray Kurzweil, principalul responsabil al Google cu prefigurarea viitorului, susține că, dacă vei reuși să rămâi în viață până în 2029, progresele medicale vor „adăuga an de an încă un an la speranța ta de viață. Prin aceasta nu mă refer la speranța de viață calculată după data nașterii, ci, mai degrabă, la speranța de viață rămasă”. Cititorii curioși pot estima ce ar putea însemna această tendință pentru creșterea populației globale, însă eu mă voi limita aici la o scurtă trecere în revistă a realităților legate de supraviețuire.

În 1850, speranța de viață atât a bărbaților, cât și a femeilor era în jur de 40 de ani în Statele Unite, Canada, Japonia și o mare parte din Europa. De atunci, valorile au urmat o tendință de creștere impresionantă și aproape perfect liniară, care a dus aproape la dublarea lor. Femeile trăiesc mai mult în orice societate, atingând o medie maximă de 87 de ani în cazul Japoniei.



Este posibil ca tendința să continue în următoarele decenii, având în vedere că, din 1950 până în 2000, speranța de viață a vârstnicilor din țările bogate a crescut cu aproximativ 34 de zile pe an. Însă, în lipsa unor descoperiri fundamentale, această schimbare a felului în care îmbătrânim, această tendință de prelungire a vieții se va diminua și, în cele din urmă, se va încheia. Traectoria pe termen lung a speranței de viață a femeilor japoneze — care a crescut de la 81,91 ani în 1990 la 87,26 ani în 2017 — corespunde unei curbe logistice simetrice care se apropie deja de asimptota sa, de circa 90 de ani. Traectoriile pentru alte țări bogate demonstrează, de asemenea, o apropiere de plafon. Înregistrările disponibile pentru secolul XX arată două perioade distincte de creștere a longevității: progresele liniare rapide (aproximativ 20 de ani într-o jumătate de secol) au predominat până în 1950, urmând intervale de progres mai lent.

Dacă suntem încă departe de atingerea limitei speranței de viață umane, atunci cele mai mari progrese în privința supraviețuirii ar trebui înregistrate de persoanele cele mai vârstnice, adică persoanele între 80 și 85 de ani ar trebui să aibă mai mult de câștigat decât cele între 70 și 75 de ani. Aceasta a fost într-adevăr situația în cazul studiilor efectuate în Franța, Japonia, Statele Unite și Marea Britanie din anii 1970 până la începutul anilor 1990. De atunci, însă, progresele s-au stabilizat.

S-ar putea să nu existe o limită specifică programată genetic a duratei de viață, după cum nu există un program genetic care să ne limiteze viteza specifică de alergare (vezi „Cum a îmbunătățit transpirația vânătoarea“, p. 40). Dar durata de viață este o caracteristică fizică, rezultată din interacțiunea genelor cu mediul. Genele pot, la rândul lor, să introducă anumite limite biofizice, la fel și efectele asupra mediului, cum ar fi fumatul.

Recordul pentru cea mai îndelungată viață, de 122 de ani, este revendicat de Jeanne Calment, o franceză care a murit în 1997. În mod bizar, după mai bine de două decenii, ea continuă să fie persoana care a trăit cel mai mult, iar avansul este unul considerabil. (Pe bună dreptate, marja este atât de mare, încât pare suspectă; vârsta și chiar identitatea ei au fost puse sub

semnul întrebării.) Al doilea cel mai longeviv supercentenar a murit la 119 ani, în 1999, și de atunci nu s-au mai înregistrat cazuri de supraviețuitori peste vârsta de 117 ani.

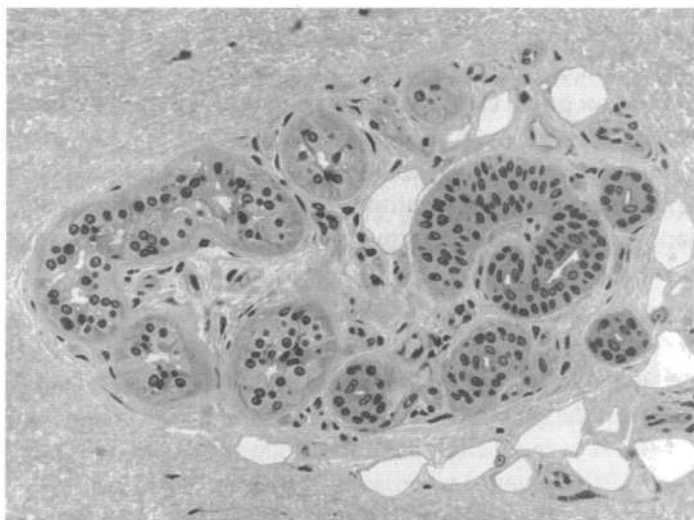
Iar în cazul în care consideri că ai șanse să ajungi la 100 de ani pentru că unii dintre strămoșii tăi au trăit mult, ar trebui să afli că rata de moștenire ereditară a longevității este una modestă, între 15% și 30%. Având în vedere că oamenii tind să se căsătorească cu persoane care le seamănă — un fenomen cunoscut sub numele de împerechere asortată —, rata reală de moștenire ereditară a longevității este și mai redusă decât atât.

Desigur, la fel ca în cazul tuturor problemelor complexe, există întotdeauna loc de interpretări diferite pentru analizele statistice publicate. Kurzweil speră că schimbările de dietă și alte trucuri îl vor ajuta să-și prelungească viața până când progresele științifice majore îl vor ajuta să trăiască veșnic. Este adevărat că există unele idei despre cum poate fi realizată această stare de conservare, cum ar fi întinerirea celulelor umane prin prelungirea telomerilor (secvențele nucleotidice de la capetele cromozomilor care se deteriorează odată cu vârsta). Dacă acestea vor funcționa, vârsta maximă realistă va putea fi prelungită la 125 de ani.

Însă, deocamdată, cel mai bun sfat pe care îl pot oferi tuturor, cu excepția câtorva cititori remarcabil de precoci, este să planificăm lucrurile pe termen lung, deși nu mai lung, poate, de secolul XXII.

Cum a îmbunătățit transpirația vânătoarea

Înainte de dezvoltarea armelor cu proiectile cu o rază mai lungă de acțiune, în urmă cu câteva zeci de mii de ani, în Africa, strămoșii noștri aveau doar două modalități de a face rost de carne: consumând resturile de hrană de la animalele mai puternice sau capturându-și prada prin fugă. Oamenii au reușit să ocupe această a doua nișă ecologică grație, parțial, celor două mari avantaje ale mersului biped.



Secțiune microscopică a glandelor ecrine umane

Primul avantaj este modul în care respirăm. Un patruped poate respira doar o singură dată într-un ciclu locomotor, întrucât pieptul său trebuie să amortizeze impactul asupra membrilor anterioare. Noi, pe de altă parte, putem alege alte raporturi și acest lucru ne permite să folosim energia într-un mod mai flexibil. Al doilea avantaj (și mai mare) constă în capacitatea noastră extraordinară de a ne regla temperatura corpului, ceea ce ne permite să facem ceea ce lei nu pot: să alergăm pe distanțe mai lungi și mai dificile sub soarele de amiază.

Totul ține de transpirație. Cele două animale mari pe care le-am folosit cu precădere pentru transport transpiră din abundență prin comparație cu alte patrupede: într-o oră, un cal poate pierde aproximativ 100 de grame de apă pe metru pătrat de piele, iar o cămilă poate pierde până la 250 g/m². Pe de altă parte, o ființă umană poate pierde cu ușurință 500 g/m², suficient cât să elimine o cantitate de căldură între 550 și 600 de wați. Ratele maxime de transpirație pe oră pot depăși 2 kilograme pe metru pătrat, iar cea mai mare rată de transpirație pe termen scurt înregistrată este de două ori mai mare.

Suntem supervedetele transpirației și așa trebuie să fie. Un amator care aleargă într-un ritm lent la maraton va consuma o cantitate de energie între 700 și 800 de wați, în vreme ce metabolismul unui maratonist experimentat, care aleargă 42,2 km în 2,5 ore, va funcționa la o rată de aproximativ 1 300 de wați.

Și mai avem un avantaj atunci când pierdem apă: nu trebuie să compensăm instantaneu deficitul. Oamenii pot tolera o deshidratare temporară considerabilă, cu condiția să ne rehidratăm după maximum o zi și ceva. De fapt, cei mai buni maratonisti beau doar aproximativ 200 de mililitri pe oră în timpul unei curse.

Împreună, aceste avantaje le-au permis strămoșilor noștri să devină niște prădători diurni fără egal, în condiții de temperatură ridicată. Bineînțeles, nu puteau depăși în fugă o antilopă, dar, în timpul unei zile caniculare, o puteau hăitui până când, în cele din urmă, aceasta se prăbușea, epuizată.

Dovezile pentru astfel de hăituieli pe distanțe lungi provin de pe trei continente și includ cele mai rapide patrupede. În

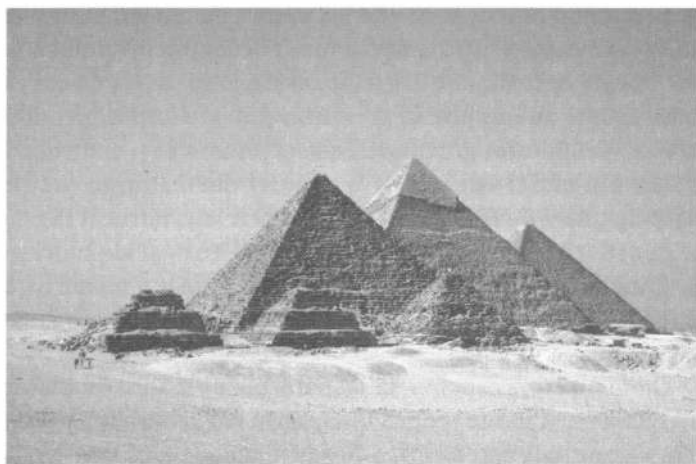
America de Nord, populația Tarahumara din nord-vestul Mexicului putea întrece căprioarele. Mai la nord, Paiutes și Navajos puteau aduce la epuizare antilocaprele. În Africa de Sud, triburile Kalahari Basarwa reușeau să doboare în timpul anotimpului secetos o varietate de antilope, chiar și antilope gnu și zebre. În Australia, unii aborigeni erau capabili să întrecă cangurii.

Acești alergători ar fi avut un avantaj chiar și față de atleții moderni, care folosesc pantofi sport scumpi: faptul că alergau desculți nu doar că reducea consumul de energie cu aproximativ 4% (un avantaj deloc de neglijat pe distanțe lungi), ci scădea totodată riscul de entorse ale gleznei și gambei.

În cursa vieții, noi, oamenii, nu suntem nici cei mai rapizi, nici cei mai eficienți. Dar, datorită capacității noastre de a respira, suntem, cu siguranță, cei mai insistenți.

De câți oameni a fost nevoie la construirea Marii Piramide?

Ținând cont de timpul scurs de la finalizarea construcției Marii Piramide a lui Khufu (aproape 4 600 de ani), structura — deși dezbrăcată de învelișul neted de calcar alb care o făcea să strălucească de departe — se înalță remarcabil de intactă și, prin urmare, nu există nicio îndoială cu privire la forma sa exactă (un poliedru cu o bază poligonală regulată), înălțimea sa originală (146,6 metri, incluzând piatra sacră benbenă sau de căpătâi) și volumul său (circa 2,6 milioane de metri cubi).



Marile piramide din Giza

Cu toate acestea, s-ar putea să nu aflăm niciodată cum a fost construită, întrucât toate explicațiile obișnuite sunt problematice. Pentru construirea unei singure rampe lungi ar fi fost

nevoie de o cantitate enormă de material, iar transportul pietrelor pe rampe mai scurte și circulare ar fi fost complicată — la fel și ridicarea și punerea pe poziție a peste 2 milioane de pietre. Însă, doar pentru că nu știm cum a fost înălțată, nu înseamnă că nu putem calcula cu destulă siguranță de câți oameni a fost nevoie pentru construcția sa.

Trebuie să ținem cont de la bun început de restricția de timp de două decenii, cât a durat domnia lui Khufu (a murit în jurul anului 2530 î.Hr.). Lui Herodot, care a scris la mai bine de 21 de secole după terminarea piramidei, i s-a spus în timpul vizitei sale în Egipt că la finalizarea structurii au lucrat, în stagii de câte trei luni, echipe de muncitori totalizând simultan 100 000 de oameni. În 1974, Kurt Mendelssohn, un fizician britanic de origine germană, a calculat că forța de muncă însuma 70 000 de muncitori sezonieri și aproape 10 000 de cioplitori în piatră permanenți. Acestea sunt estimări largi, însă ne putem apropia de cifra reală apelând în mod inevitabil la fizică.

Consumul potențial de energie pentru Marea Piramidă (cantitatea necesară pentru a ridica masa deasupra nivelului solu-lui) este de aproximativ 2,4 trilioane de jouli. Acest calcul este unul destul de simplu: reprezintă, pur și simplu, produsul accelerației datorat gravitației, masei piramidei și centrului de greutate al masei sale (situat la un sfert din înălțimea sa). Deși masa nu poate fi calculată cu maximă precizie, întrucât depinde de densitățile specifice ale calcarului de Tura și ale mortarului utilizate în construcția structurii, am folosit o medie de 2,6 tone pe metru cub și, prin urmare, o masă totală de aproximativ 6,75 milioane de tone.

Oamenii sunt capabili să transforme aproximativ 20% din energia alimentară în muncă utilă, iar în cazul bărbaților silitori această cantitate este de circa 440 de kilojouli pe zi. Prin urmare, la ridicarea pietrelor ar fi fost nevoie de aproximativ 5,5 milioane de zile de muncă (2,4 trilioane împărțite la 440 000) sau aproximativ 275 000 de zile pe an pentru o perioadă de 20 de ani, adică circa 900 de oameni care să lucreze zece ore pe zi, timp de 300 de zile pe an. Un număr similar de lucrători s-ar fi putut

dovedi suficient pentru amplasarea pietrelor în cadrul structurii în construcție și apoi pentru netezirea blocurilor fațadei (prin contrast, multe blocuri de piatră de la interior au fost cioplite grosolan). Iar pentru a tăia 2,6 milioane de metri cubi de piatră în 20 de ani proiectul ar fi avut nevoie de aproximativ 1 500 de pietrari, care să lucreze 300 de zile pe an și să producă individual 0,25 de metri cubi de piatră folosind dălți din bronz și ciocane de dolerit. Forța de muncă totală pentru construcție însumează așadar 3 300 de muncitori. Chiar dacă ar fi să dublăm cifra, pentru a număra și proiectanții, organizatorii, supraveghetorii, muncitorii folosiți la transport, la reparatul uneltelor, la construirea și întreținerea locuințelor de pe șantier, la gătitul hranei și spălatul hainelor, totalul nu ar depăși 7 000 de lucrători.

Pe parcursul construirii piramidei, populația totală a Egiptului număra între 1,5 și 1,6 milioane de locuitori și, prin urmare, cei 10 000 de oameni mobilizați ca forță de muncă nu ar fi reprezentat o povară extraordinară pentru economia țării. Adevărata provocare a reprezentat-o, probabil, organizarea muncii, planificarea aprovizionării continue cu pietre de construcție, inclusiv granit pentru structurile interne (în special pentru camera centrală și consola masivă a galeriei mari), care trebuiau livrate cu corăbiile din sudul Egiptului, de la aproximativ 800 de kilometri depărtare de Giza; de asemenea, asigurarea locuințelor, hranei și îmbrăcăminte necesare pentru echipele de muncitori de pe șantier.

În anii 1990, arheologii au descoperit un cimitir pentru muncitori, precum și fundațiile unei așezări folosite pentru găzduirea constructorilor celor două piramide ulterioare de la Giza, indicând că la fața locului nu au locuit mai mult de 20 000 de oameni. Succesiunea rapidă a ridicării celorlalte două piramide (pentru Khafra, fiul lui Khufu, începând din 2520 î.Hr., și pentru Menkaura, începând din 2490 î.Hr.) este cea mai bună mărturie că meșteșugul construirii lor era atât de bine stăpânit, încât înălțarea acestor structuri uriașe devenise doar unul dintre proiectele ingineresti pentru proiectanții, administratorii și muncitorii Vechiului Regat.

De ce cifra șomajului nu dezvăluie întreaga poveste

Multe statistici economice sunt notoriu de imprecise, iar motivul pentru care se întâmplă acest lucru ține adesea de selecția datelor, incluse sau excluse. Produsul intern brut oferă un bun exemplu de indicator care lasă deoparte anumiți factori ecologici externi esențiali, cum ar fi poluarea aerului și a apei, eroziunea solului, pierderea biodiversității și efectele schimbărilor climatice.



**Șomeri stând la coadă pentru mâncare
în timpul Marii Depresiuni**

Calcularea șomajului este, de asemenea, un exercițiu de excludere, iar opțiunile sunt probabil cel mai bine ilustrate de datele din Statele Unite. Celor familiarizați cu știrile economice din SUA li se va părea cunoscută cifra oficială de 3,5%, cât era rata totală a șomajului la nivel național în decembrie 2019. Dar aceasta este doar una dintre cele șase metode diferite folosite de Biroul de Statistică a Muncii pentru a cuantifica „subutilizarea forței de muncă“.

Iată-le și pe celelalte, în ordine crescătoare (din nou, la nivelul lor din decembrie 2019). Procentul persoanelor fără loc de muncă timp de 15 săptămâni sau mai mult, raportat la forța de muncă civilă: 1,2%. Persoanele care și-au pierdut slujba și au efectuat slujbe temporare: 1,6%. Procentul total al șomajului raportat la forța de muncă civilă (cota oficială): 3,5%. Procentul de șomeri și de lucrători descurajați (care nu-și mai caută o slujbă), în raport cu forța de muncă civilă și lucrătorii descurajați: 3,7%. Categoria anterioară extinsă prin includerea persoanelor „puțin atașate“ (care lucrează temporar sau ocazional) forței de muncă: 4,2%. Și, în cele din urmă, ultima categorie îi include și pe cei care lucrează doar cu jumătate de normă din motive economice (adică ar prefera să lucreze cu normă întreagă): 6,7%. Cei șase indicatori oferă o marjă de valori destul de amplă — rata oficială a șomajului (§3) reprezintă doar jumătate din rata cea mai cuprinzătoare (§6), care este de cinci ori mai mare decât cel mai limitat indicator (§1).

Dacă îți pierzi slujba, figurezi ca șomer doar dacă îți cauți în continuare de lucru; altfel, nu mai ești luat în calcul nicio dată. De aceea, atunci când încerci să stabilești cu precizie rata „reală“ a șomajului, trebuie să te uiți la rata de participare a forței de muncă (procentul din populația totală a numărului de persoane disponibile pentru muncă), care, în ultimul timp, a fost în scădere. În 1950, în SUA, rata era de doar 59% și, după o creștere majoră timp de jumătate de secol, a ajuns la 67,3%, în primăvara anului 2000; scăderea ulterioară a ajuns până la nivelul de 62,5%, în toamna anului 2005, urmată de o creștere lentă până la 63,2%, la sfârșitul anului 2019. Există, desigur,

diferențe substanțiale între categoriile de vârstă: rata cea mai ridicată este de aproximativ 90%, în rândul bărbaților între 35 și 44 de ani.

Și cifrele europene ale șomajului arată cât de dificil sunt acestea de raportat la structura socială a țării sau la satisfacția personală a locuitorilor săi. Cea mai mică rată, cu puțin peste 2%, se înregistrează în Republica Cehă, în timp ce Spania a suferit mulți ani de o cotă ridicată a șomajului — peste 26% în 2013 și peste 14% la sfârșitul anului 2019, procente raportate la întreaga populație, și, în ciuda unei scăderi ușoare, cota se situa în continuare, în 2019, în jurul a 33% pentru tineretul spaniol (ultima cifră este, în mod clar, o realitate deprimantă pentru oricine intră pentru prima dată în câmpul muncii). Cu toate acestea, scorul fericirii în rândul cehilor (vezi capitolul următor) este de doar 8%, înaintea celui al spaniolilor, în vreme ce, în Cehia, rata sinuciderilor este de 8 la 100 000 de locuitori, de trei ori mai mare decât în Spania. Este adevărat, jafurile sunt mai frecvente în Barcelona decât în Praga, dar media spaniolă este doar puțin mai mare decât media britanică, iar șomajul britanic este la un sfert din cota spaniolă.

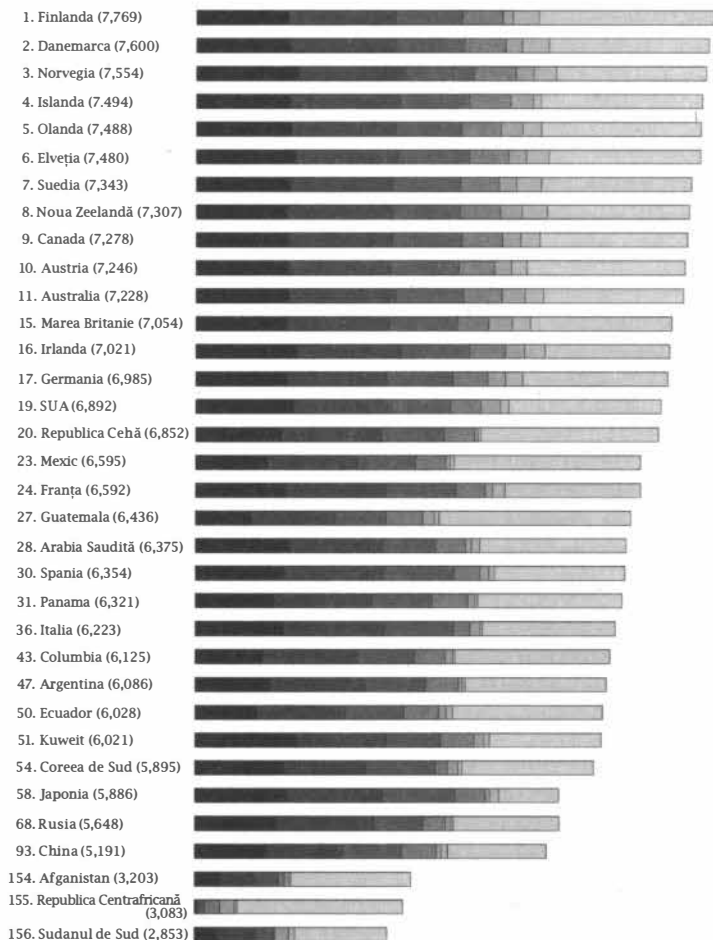
Evident, realitățile complexe ale (ne)ocupării forței de muncă nu pot fi niciodată surprinse de o cifră globală. Mulți oameni care au fost în mod formal șomeri au reușit să răzbească datorită sprijinului familial și acordurilor de muncă informale. Mulți angajați cu normă întreagă sunt nemulțumiți de slujbă lor, dar n-o pot schimba cu ușurință sau chiar deloc din cauza abilităților sau a împrejurărilor familiale. Poate că cifrele nu mint, dar percepțiile individuale asupra lor diferă.

Ce îi face pe oameni fericiți?

Pentru a răspunde la această întrebare, ar fi extrem de util să știm care societăți se consideră semnificativ mai fericite decât altele — și, începând din 2012, acest lucru este extrem de ușor de aflat consultând cea mai recentă ediție din *Raportul Fericirii Mondiale*, publicat anual la New York de Rețeaua Națiunilor Unite pentru Soluții de Dezvoltare Durabilă. În 2019 (rezumând date și sondaje din 2016–2018), Finlanda a fost, pentru a doua oară consecutiv, cea mai fericită țară din lume, urmată de Danemarca, Norvegia și Islanda; Olanda și Elveția s-au situat chiar înaintea Suediei, ceea ce înseamnă că țările nordice au ocupat cinci dintre primele șapte locuri. Top 10 a fost completat de Noua Zeelandă, Canada și Austria. Clasamentul următoarelor zece țări a fost deschis de Australia și încheiat de Republica Cehă; Marea Britanie s-a situat pe locul 15, Germania pe 17, iar SUA s-au strecurat pe poziția cu numărul 19.

Aceste informații sunt raportate de presă, care îi admiră pe nordicii veșnic fericiți și scoate în evidență cum bogățiile (prost distribuite) ale Americii nu pot cumpăra fericirea. Însă rareori ajung să fie raportate și datele care alcătuiesc aceste scoruri naționale: PIB-ul pe cap de locuitor, sprijinul social (determinat de întrebarea dacă, atunci când dau de necaz, oamenii au rude sau prieteni pe care să se bazeze), speranța de viață sănătoasă (preluată de la Organizația Mondială a Sănătății, care evaluează 100 de factori de sănătate diferiți), libertatea de a face alegeri de viață (obținută prin răspunsul la întrebarea „Ești mulțumit sau nemulțumit de libertatea de a alege ce să faci cu viața ta?“), gradul de generozitate („Ai donat bani unei organizații caritabile în ultima lună?“) și percepțiile despre corupție (la nivel administrativ și în cadrul mediului de afaceri).

Fericea după țară: 2016-2018



Explicată prin:

- PIB pe cap de locuitor
- Generozitate
- Sprijin social
- Percepțiile despre corupție
- Sperața de viață sănătoasă
- Punct de referință + rezidual
- Libertatea de a face alegeri de viață

La fel ca în cazul tuturor indicilor, și acesta este alcătuit dintr-un ansamblu de componente, printre care: un celebru indicator discutabil (PIB-ul național convertit în dolari americani), răspunsuri care nu pot fi comparate cu ușurință între culturi (percepția libertății de a alege) și scoruri bazate pe variabile obiective și revelatoare (speranța de viață sănătoasă). Acest amestec ne arată că ar trebui să privim cu mare scepticism orice fel de clasament precis — și acest sentiment este puternic întărit atunci când analizăm cu atenție lucruri care nu apar niciodată în presă: punctajul propriu-zis al țărilor (exact până la a treia zecimală!). Întâmplător, în 2019, am susținut prelegeri în țările situate pe primele trei locuri în clasamentul celor mai fericite națiuni, dar, în mod evident, n-am reușit să observ dacă finlandezii (7,769) sunt cu 2,2% mai fericiți decât danezii (7,600), care la rândul lor sunt cu 0,6% mai fericiți decât norvegienii. Absurditatea acestor chestiuni este cât se poate de clară. Chiar și locul 9, Canada, are un scor combinat care este cu doar 6,3% mai mic decât cel al Finlandei. Având în vedere toate incertitudinile inerente legate de variabilele constitutive și însumarea lor simplistă, neponderată, oare nu ar fi mai exact, mai onest (și, desigur, mai puțin demn de atenția presei) să rotunjim măcar scorurile la nivelul celei mai apropiate unități — sau, și mai bine, să nu alcătuim un clasament individual, ci să spunem pur și simplu cine alcătuiește grupul primelor 10 sau 20 de țări?

Și, apoi, mai există o remarcabilă lipsă de corelație între fericire și sinucidere: trasarea graficului celor două variabile pentru toate țările europene arată o absență completă a relației dintre ele. Într-adevăr, o parte dintre cele mai fericite țări au o rată relativ ridicată a sinuciderilor, iar unele națiuni destul de nefericite au o incidență foarte scăzută a sinuciderilor.

Dar, în afara faptului că sunt nordici și bogați, ce îi face pe acești oameni fericiți? Țările cu un punctaj aparent deplasat ne oferă niște indicii fascinante în acest sens. Faptul că Afganistanul, Republica Centrafricană și Sudanul de Sud sunt cele mai nefericite țări din totalul de 156 din clasament este, din păcate, unul previzibil (războaiele civile le-au măcinat vreme

mult prea îndelungată). Însă cum se face că Mexic (un stat al drogurilor, cu o rată extraordinar de mare a violențelor și crimei) este pe locul 23, înaintea Franței? Guatemala înaintea Arabiei Saudite? Panama înaintea Italiei? Columbia înaintea Kuweitului? Argentina înaintea Japoniei? Și Ecuador înaintea Coreei de Sud? În mod clar, aceste perechi formează un tipar remarcabil: țările menționate în al doilea rând sunt mai bogate (adesea, substanțial mai bogate), mai stabile, mai puțin violente și oferă o viață considerabil mai ușoară decât primele țări din cadrul perechii, care au caracteristici comune evidente: sunt relativ sărace, zbuciumate și chiar violente, însă toate sunt foste colonii spaniole și, prin urmare, în proporții covârșitoare, catolice. Și toate sunt în primele 50 de țări (Ecuadorul este chiar pe locul 50), cu mult înaintea Japoniei (58) și Chinei (93), țara considerată de naivii observatori occidentali ca un adevărat paradis economic, plin de cumpărători fericiți. Dar, cu toate că Louis Vuitton câștigă o avere în China, nici mallurile masive, nici conducerea atotștiutorului partid nu-i face pe chinezi mai fericiți; chiar și cetățenii disfuncționalei Nigerii (85) stau mai bine la capitolul acesta.

Lecțiile sunt clare: dacă nu te încadrezi în primele 10 țări (dacă nu ești nordic, olandez, elvețian, neozeelandez sau canadian), convertește-te la catolicism și începe să înveți *castellano*. *¡Buena suerte con eso!*

Modernitatea înseamnă multe lucruri — bogăție și mobilitate în creștere, comunicare ieftină și instantanee, hrană din abundență și la prețuri accesibile, o speranță de viață mai mare —, dar un observator extraterestru, care trimite periodic sonde de recunoaștere pe Pământ, ar fi impresionat de o schimbare ușor de observat din spațiu: ritmul tot mai mare al urbanizării, pe măsură ce orașele continuă să invadeze ca o amibă peisajul rural înconjurător, creând pete masive de lumină intensă pe tot parcursul nopții.

În 1800, mai puțin de 2% din populația lumii trăia în orașe; în 1900, proporția era încă în jur de 5%. În 1950, a urcat la 30%, iar 2007 a fost primul an în care peste jumătate din omenire trăia în mediul urban. În 2016, un cuprinzător studiu al Organizației Națiunilor Unite a numărat 512 orașe cu o populație de peste 1 milion de locuitori, dintre care 45 mai mari de 5 milioane și 31 cu peste 10 milioane de locuitori. Orașele din acest ultim grup au o denumire specială: „megalopolisuri“.

Această concentrare continuă a populației în orașe din ce în ce mai mari a fost determinată de avantajele care decurg din aglomerarea de oameni, de informații și activități, datorată în mare parte colocării companiilor înrudite: la nivel global, gândește-te la Londra și New York, capitalele financiare, și la Shenzhen din provincia Guangdong din China, capitala electronicelor de larg consum. Economiiile de scară* reușesc să

* Economiiile în care întreprinderile își reduc costurile unitare producând mai multe bunuri sau servicii și care, odată cu creșterea producției, își reduc costurile medii prin repartizarea costurilor fixe asupra unei producții mai mari (*n. tr.*).

economisească mulți bani; interacțiunile dintre producători, furnizori și consumatori sunt mai ușor de gestionat; întreprinderile au acces la rezerve mari de forță de muncă și la competențe diverse și (în ciuda problemelor cauzate de aglomerație și asupra mediului), calitatea vieții din orașele mari atrage persoanele talentate, adesea din întreaga lume. Orașele creează nenumărate sinergii și oportunități de investiții și oferă acces la o educație superioară și la cariere pline de satisfacții. Acesta este motivul pentru care multe orașe mai mici — odată cu peisajul rural înconjurător — își pierd locuitorii, dar megalopolisurile continuă să crească.

Nu este ușor să le clasificăm după mărime, întrucât diversele granițe administrative generează cifre diferite atunci când megalopolisurile sunt luate în considerare ca unități funcționale. Tokyo, cel mai mare megalopolis din lume, folosește opt definiții juridictionale sau statistice diferite, de la cele 23 de cartiere ale orașului vechi, cu mai puțin de 10 milioane de oameni, până la zona Regiunii Capitalei Țării, cu aproape 45 de milioane de locuitori. Unitatea folosită de administrația orașului este Regiunea Metropolitană Majoră din Tokyo (*Tōkyō daitoshiken*), care se definește prin accesul populației la navetă pe o rază de 70 de kilometri, pornind de la masivele turnuri gemene ale Clădirii Administrației Metropolitane (*Tōkyō tochō*) din Shinjuku; regiunea are acum aproximativ 39 de milioane de oameni.

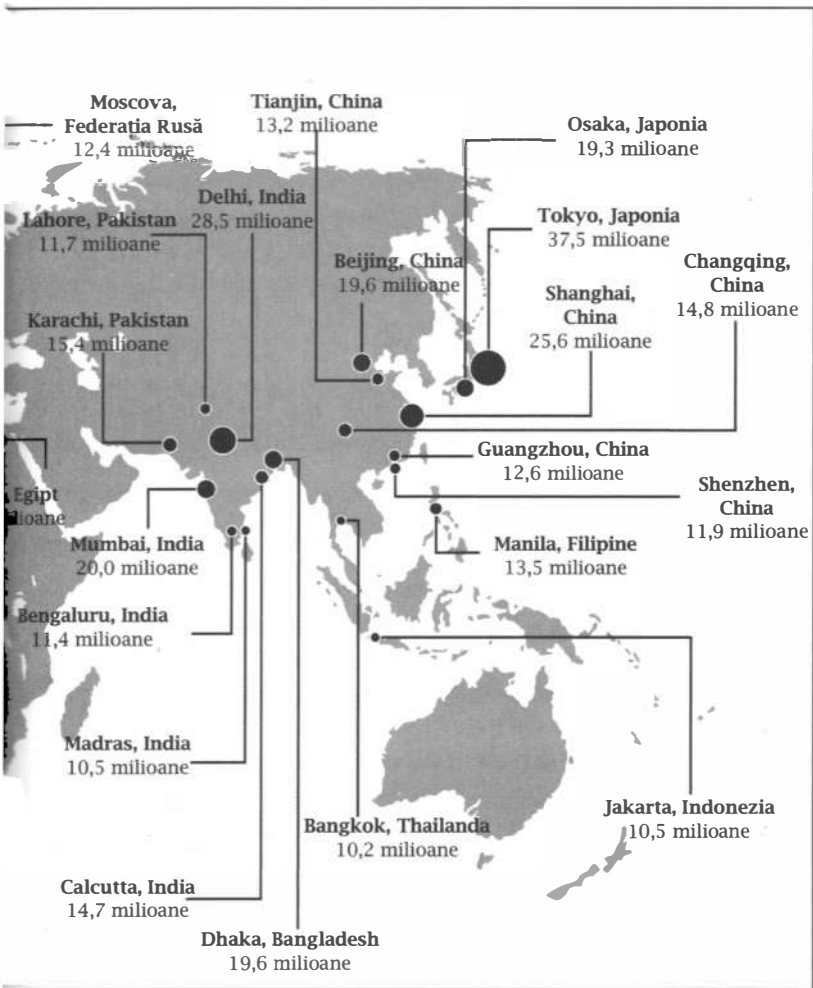
Dezvoltarea ilustrează perfect diminuarea influenței Occidentului și ascensiunea Asiei. În 1900, 9 dintre cele mai mari 10 orașe ale lumii se găseau în Europa și Statele Unite. În 1950, New York și Tokyo erau singurele megalopolisuri, iar Mexico City s-a adăugat listei abia în 1975. Dar, până la sfârșitul secolului, numărul megalopolisurilor a ajuns la 18, iar în 2020 lista număra 35 de orașe, cu peste jumătate de miliard de locuitori. Tokyo (cu mai mulți locuitori decât Canada, care generează un produs economic aproape egal cu cel obținut de jumătate din populația Germaniei) rămâne în top, iar 20 dintre cele 35 de megalopolisuri (aproape 60%) se află în Asia. Există șase în America Latină, două în Europa (Moscova și Paris), trei în Africa

(Cairo, Lagos, Kinshasa) și două în America de Nord (New York și Los Angeles).

Niciunul dintre ele nu stă bine în clasamentul criteriilor majore de calitate a vieții: Tokyo este curat, zonele sale rezidențiale, situate nu prea departe de centrul orașului, sunt remarcabil de liniștite, transportul public este exemplar, iar rata criminalității este foarte scăzută, dar locuințele sunt înguste și naveta zilnică este lungă și costisitoare. Megalopolisurile chineze — construite în totalitate de migranți din zonele rurale, căroră, până de curând, li s-a refuzat dreptul de a locui în ele — au devenit modele de arhitectură inovatoare și reprezintă niște proiecte publice strălucitoare, dar au o calitate proastă a aerului și a apei, iar locuitorii lor sunt monitorizați continuu pentru cele mai mărunte infracțiuni sociale. În schimb, în megalopolisurile africane domnesc puține reguli, iar Lagos și Kinshasa sunt întruchiparea perfectă a dezorganizării, mizeriei și degradării mediului. Dar toate acestea nu prea contează; fiecare megalopolis — indiferent că este Tokyo (cu cel mai mare număr de restaurante de lux), New York (cu cea mai mare pondere a populației născute în străinătate) sau Rio de Janeiro (cu o rată a criminalității care se apropie de 40 de cazuri la 100 000 de locuitori) — continuă să atragă oameni. Iar Națiunile Unite prevăd o creștere cu încă 10 a numărului megalopolisurilor până în 2030: șase în Asia (inclusiv Ahmedabad și Hyderabad din India), trei în Africa (Johannesburg, Dar es Salaam, Luanda) și Bogotá din Columbia.

Megalopolisuri: 2018





Țări.

Națiunile în Era Globalizării

Tragediile prelungite ale Primului Război Mondial

Puține comemorări centenare au avut o rezonanță la fel de puternică precum marcarea sfârșitului primului conflict armat cu adevărat mondial, în noiembrie 2018. Uriașul masacru provocat de război a marcat memoria unei generații, dar consecința sa cea mai tragică a fost instituirea regimului comunist în Rusia (1917), a celui fascist în Italia (1922) și a celui nazist în Germania (1933). Aceste evoluții au condus la cel de-al Doilea Război Mondial, care a ucis și mai mulți oameni și a avut urmări directe sau indirecte, inclusiv NATO vs. Rusia și divizarea Coreei, care încă ne tulbură viața.



Bătălia de pe Somme, 1916: trupele britanice și un tanc Mark I

Chiar dacă al Doilea Război Mondial a făcut un număr mai mare de victime, se poate afirma totuși că prima conflagrație a reprezentat dezastrul decisiv, întrucât a provocat mare parte din ceea ce a urmat. Este adevărat, al Doilea Război Mondial a înregistrat progrese mult mai mari în privința forței distructive, printre care cele mai rapide avioane de luptă propulsate de motoare cu pistoane, enormele bombardiere cu patru motoare (B17), rachetele (V1 și V2 germane) și, chiar spre sfârșitul războiului, bombele nucleare care au distrus Hiroshima și Nagasaki.

Prin comparație, Primul Război Mondial, cu tranșeele sale și fronturile care abia se mișcau, a fost un conflict considerabil mai puțin dinamic. Dar, la o privire mai atentă, observăm că progresele exclusiv tehnice au fost realmente esențiale pentru prelungirea sa și creșterea numărului de morți.

Lăsând deoparte folosirea gazelor toxice în luptă (care nu s-a mai repetat niciodată la o asemenea scară), pe parcursul primei conflagrații au fost dezvoltate și perfecționate mai multe modalități-cheie pentru războiul modern. Primele submarine cu motoare diesel au fost folosite, în cadrul unor incursiuni lungi, pentru atacarea convoaielor de nave comerciale. Tot acum, au fost utilizate primele tancuri. Au fost declanșate primele raiduri aeriene de bombardament, folosind atât dirijabile, cât și avioane. Primul portavion gata de luptă a fost lansat în 1914. În 1916, francezii au testat cu succes emițătoarele portabile, care permiteau comunicarea vocală aer-sol și, în 1917, comunicarea aer-aer, punând bazele lungului drum spre dezvoltarea unor componente electronice tot mai mici, tot mai practice.

Dar, printre aceste progrese, trebuie să evidențiem spectaculoasa inovație care i-a permis Germaniei aflată sub blocadă să reziste pe două fronturi timp de patru ani: sinteza amoniacului. Când a început războiul, marina britanică a tăiat accesul Germaniei la nitrații importati din Chile, necesari pentru producția de explozibili. Dar, printr-o coincidență remarcabilă, Germania a reușit să se aprovizioneze singură cu nitrați artizanali. În 1909, Fritz Haber, profesor la Universitatea din Karlsruhe, a finalizat lungul proces de sintetizare a amoniacului din elementele sale

constitutive. Azotul și hidrogenul au fost combinate la presiuni înalte și în prezența unui catalizator, obținându-se astfel amoniacul (NH_3).

Până în octombrie 1913, BASF — pe atunci, cel mai important concern mondial din industria chimică, sub conducerea lui Carl Bosch — reușise să reproducă procesul la scară comercială, în prima fabrică de amoniac din lume, în Oppau, Germania. Acest amoniac sintetic urma să fie utilizat la producerea de îngrășăminte solide, cum ar fi azotatul de sodiu sau de amoniu (vezi „Lumea fără amoniacul sintetic“, p. 205).

Dar, în mai puțin de un an, a izbucnit războiul și, în loc să transforme amoniacul în îngrășământ, BASF a început să producă acel compus pe scară industrială, necesar pentru conversia în acid azotic, folosit la sintetizarea explozivilor de război. În aprilie 1917, în Leuna, la vest de Leipzig, a fost construită o fabrică și mai mare de amoniac, iar producția combinată a celor două fabrici a fost suficientă pentru susținerea rezervei de explozivi necesari Germaniei până la sfârșitul războiului.

Capacitatea industriei de a găsi soluții noi pentru fiecare criză a contribuit la prelungirea Primului Război Mondial, provocând alte milioane de victime. Acest progres teribil de modern contravine imaginii primitive despre război, considerat de prea multe ori o stare prelungită de impas, în tranșee noroioase, și a pregătit calea pentru măcelul și mai mare de peste o generație.

Sunt Statele Unite cu adevărat excepționale?

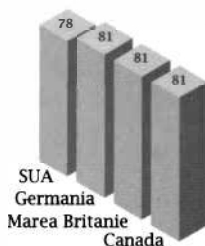
Credința în „excepționalitatea americană” — acel amestec unic de idealuri, idei și dragoste de libertate, care capătă o forță impresionantă grație realizărilor tehnice și economice — este încă vie și puternică. Chiar și fostul președinte Obama, o persoană recunoscută pentru abordarea neemoțională a actului de guvernare și, de aceea, un susținător reticent al acestei concepții, s-a lăsat dat pe brazdă. La începutul mandatului său (în aprilie 2009), el își afirmase convingerea, negând-o în esență: „Cred în excepționalitatea americană, la fel cum britanicii cred în excepționalitatea britanică și grecii în excepționalitatea grecească”. Până în mai 2004, s-a lăsat însă înduplecat: „Cred în excepționalitatea americană cu fiecare fibră a ființei mele”.

Dar astfel de proclamări nu înseamnă nimic dacă nu sunt conforme cu realitatea. Iar aici ceea ce contează cu adevărat nu este mărimea produsului intern brut al unei țări sau numărul de focuse ori brevete de invenție pe care le deține, ci variabilele care surprind cu adevărat bunăstarea intelectuală și fizică a cetățenilor săi. Aceste variabile sunt, pur și simplu, viața, moartea și cunoașterea.

Mortalitatea infantilă este un indicator excelent pentru o gamă de condiții, printre care se numără veniturile, calitatea locuințelor, alimentația, educația și investițiile în serviciile medicale. Foarte puțini copii mor în țările bogate în care oamenii au o locuință bună și în care părinții educați (la rândul lor, alimentați bine) își hrănesc copiii corespunzător și au acces la servicii medicale (vezi „Cel mai bun indicator al calității vieții? Să analizăm mortalitatea infantilă”, p. 22). Și atunci cum se face că Statele Unite stau prost în clasamentul celor 200 de țări? Cea mai recentă comparație

disponibilă arată că, având o incidență a mortalității infantile de 6 cazuri la 1 000 de nou-născuți, SUA nu se numără printre primele 25 de țări din lume. Mortalitatea infantilă este mult mai mare decât în Franța (4), Germania (3) și Japonia (2). Iar rata SUA este cu 50% mai mare decât cea a Greciei (4), o țară descrisă de presă ca un adevărat creuzet pentru crizele financiare.

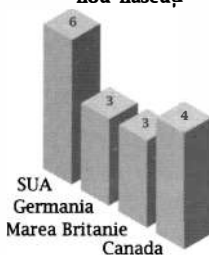
SPERANȚA DE VIAȚĂ
Ani



SUA	Germania
Locul 28	Locul 24
Marea Britanie	Canada
Locul 22	Locul 13

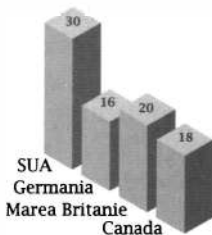
(36 de țări OCDE)

MORTALITATEA INFANTILĂ
Decese la 1.000 de nou-născuți



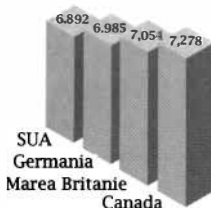
SUA	Germania
Locul 33	Locul 19
Marea Britanie	Canada
Locul 24	Locul 30

(36 de țări OCDE)



SUA	Germania
Locul 1	Locul 19
Marea Britanie	Canada
Locul 3	Locul 4

(36 de țări OCDE)



SUA	Germania
Locul 19	Locul 17
Marea Britanie	Canada
Locul 15	Locul 9

(156 de țări)

A scuza acest punctaj foarte slab susținând că țările europene au populații omogene nu funcționează: în zilele noastre, Franța și Germania sunt pline de imigranți recenți (vizitează puțin, te rog, Marsilia sau Düsseldorf). Lucrurile care contează cu adevărat sunt informarea părinților, alimentația sănătoasă, amploarea redusă a inegalităților economice și accesul universal la servicii medicale, Statele Unite fiind (în mod notoriu) singura țară modernă bogată care nu îndeplinește ultimul criteriu.

Și, dacă e să analizăm finalul călătoriei noastre pe Pământ, rezultatele sunt aproape la fel de proaste: speranța recentă de viață în SUA (circa 79 de ani pentru ambele sexe) nu se clasează nici măcar printre primele 25 de țări la nivel mondial și este, din nou, în urma Greciei (aproximativ 81) și a Coreei de Sud (aproape 83). Canadienii trăiesc, în medie, cu trei ani mai mult, iar japonezii (circa 84) cu aproape șase ani mai mult decât semenii lor americani.

Performanțele școlare ale elevilor americani (sau lipsa acestora) sunt examinate de fiecare ediție a Programului de Evaluare Internațională a Elevilor (PISA) al Organizației pentru Cooperare și Dezvoltare Economică. Cele mai recente rezultate (2018) pentru persoanele în vârstă de 15 ani arată că, la matematică, Statele Unite se situează imediat în urma Rusiei, Slovaciei și Spaniei, dar mult mai jos decât Canada, Germania și Japonia. La științe exacte, elevii americani se situează chiar sub scorul mediu PISA (497, față de 501); la lectură, depășesc cu puțin media (498, față de 496), dar sunt cu mult în spatele tuturor națiunilor occidentale dens populate și bogate. PISA, ca orice alt studiu, are punctele sale slabe, dar diferențele mari în clasamentul relativ sunt clare: nu există nici cea mai mică dovadă a excepționalității americane la capitolul performanțe școlare.

E posibil ca cititorii americani să fie deranjați de aceste aspecte neplăcute, dar nu există nimic discutabil în privința lor. În Statele Unite, riscul de deces la bebeluși și al liceenilor de a rămâne needucați este mai mare decât în cazul omologilor lor

din țările bogate. Politicienii pot căuta în continuare dovezi ale excepționalității americane, dar nu le vor regăsi în cifre, acolo unde contează cu adevărat.

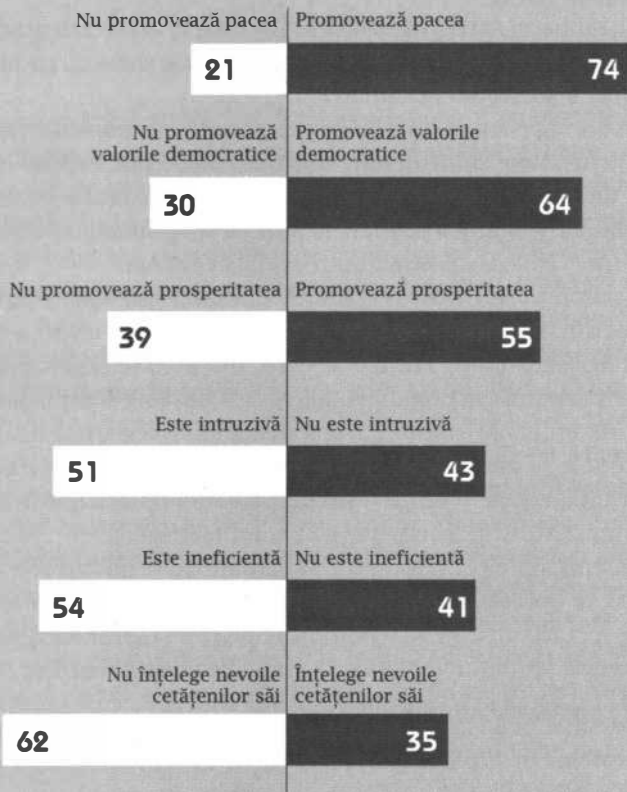
De ce Europa ar trebui să fie mândră de ea

La 1 ianuarie 1958, Belgia, Franța, Italia, Luxemburg, Olanda și Republica Federală Germania au format Comunitatea Economică Europeană (CEE), care avea drept scop integrarea economică și comerțul scutit de taxe în cadrul unei uniuni vamale.

Deși obiectivele imediate erau exclusiv economice, aspirațiile CEE au fost dintotdeauna mai mari. În Tratatul de la Roma, documentul fondator, statele membre și-au afirmat hotărârea „de a asigura progresul economic și social al țărilor lor prin acțiuni comune de eliminare a barierelor care despart Europa“. La acea vreme, aceste obiective păreau nerealistice: Europa era divizată nu doar de prejudecăți naționale și inegalități economice, ci, mult mai grav, de Cortina de Fier, care traversa continentul de la Marea Baltică până la Marea Neagră, Moscova controlând țările de la est de ea.

Sovieticii și-au reafirmat dominația după eșecul Primăverii de la Praga din 1968 (când încercările cehoslovace de reformă s-au încheiat prin invazia sovietică a țării), în vreme ce CEE a continuat să accepte noi membri: Marea Britanie, Irlanda și Danemarca în 1973, Grecia în 1981, Spania și Portugalia în 1986. Apoi, după prăbușirea URSS, în 1991, s-a deschis calea către integrarea paneuropeană. În 1993, Tratatul de la Maastricht a instituit Uniunea Europeană; în 1999, a fost creată o monedă comună, euro, iar în prezent 27 de națiuni aparțin Uniunii.

Procentul europenilor care spun că Uniunea Europeană...



Notă: Procentele reprezintă mediile din 10 țări europene.

UE are puțin peste 500 de milioane de locuitori, mai puțin de 7% din populația globală, dar generează aproape 24% din producția economică mondială, față de 22% în cazul Statelor Unite. Uniunea contabilizează aproape 16% dintre exporturile globale de bunuri — cu o treime mai mult decât Statele Unite —,

inclusiv automobile, avioane, produse farmaceutice și bunuri de lux. În plus, jumătate dintre cei 27 de membri ai săi se numără printre primele 30 de țări din punctul de vedere al calității vieții, măsurată de Indicele Dezvoltării Umane al Organizației Națiunilor Unite.

Și, cu toate astea, UE asistă în prezent la creșterea gradului de îngrijorare și nemulțumire. Granițele sale slăbesc, iar Marea Britanie a părăsit deja Uniunea.

În Europa, comentatorii oferă explicații interminabile despre aceste metehne centrifugale: controlul birocratic excesiv exercitat de Bruxelles, reafirmarea suveranității naționale și alegeri economice și politice proaste, în special adoptarea unei monede comune, fără o responsabilitate fiscală comună.

Trebuie să mărturisesc că sunt siderat. Fiind născut în timpul ocupației naziste, crescând de partea nepotrivită a Cortinei de Fier, într-o familie al cărei trecut este reprezentativ pentru originile naționale și lingvistice deseori complicate ale continentului, eu văd în Europa de astăzi — cu toate neajunsurile sale — un produs uluitor, prea bun ca să fie adevărat. Cu siguranță, aceste realizări merită dublarea eforturilor noastre și compromisurile necesare pentru reunificare.

Din păcate, deceniile de pace și prosperitate au fost considerate ceva normal, iar lipsurile și dificultățile (unele inevitabile, altele impardonabile) au fost folosite pentru reaprinderea vechilor prejudecăți și animozități. Dorința mea pentru Europa: faceți în așa fel încât să funcționeze. Altfel, eșecul va costa scump.

Brexit: realitățile care contează cel mai mult nu se vor schimba

Care vor fi schimbările reale în Marea Britanie post-Brexit? Desigur, multe s-au schimbat deja în etapa premergătoare evenimentului, iar cele întâmplătoare pot fi descrise cel mai bine folosind cuvintele cu care limba engleză s-a îmbogățit grație ultimei invazii reușite a acestor insule: țara a trecut printr-o perioadă derutantă de acuzații, acrimonie, condamnări, deziluzii, falsificări, iluzii, acuzații reciproce și testare a bunei-cuviințe.

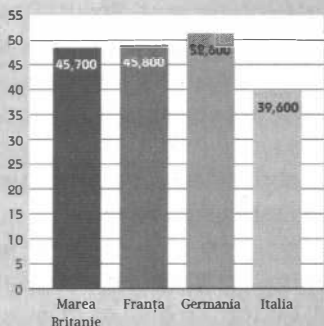
Dar ce se va schimba cu adevărat după cinci sau zece ani pe acest drum în privința factorilor determinanți din viața națiunii? Să începem cu începutul. Cu toții trebuie să mâncăm, iar societățile moderne s-au descurcat extraordinar la capitolul procurării unei varietăți fără precedent de alimente, la un cost general accesibil. Cu toții trebuie să ne alimentăm cu energie clădirile, industriile și transportul, prin asigurarea unui flux continuu de combustibil și electricitate. Trebuie să producem — și să reînnoim — baza materială a societăților noastre prin fabricare, construire și întreținere. Și avem nevoie de infrastructuri adecvate (școli, sisteme de sănătate și de îngrijire a vârstnicilor) pentru a educa oamenii și pentru a-i îngriji când sunt bolnavi sau bătrâni. Orice alte probleme sunt de ordin secundar.

La toate aceste capitole, socotelile sunt clare. În ultimele secole, Marea Britanie nu s-a bazat doar pe producția proprie de alimente, iar dependența sa de importuri s-a dublat, de la aproximativ 20%, la începutul anilor 1980, la 40%, în ultimii ani, iar, pe termen scurt, doar raționalizarea draconică a alimentelor (și lipsa produselor proaspete în timpul iernii) poate reduce semnificativ această dependență de importuri. Trei sferturi dintre importurile britanice de alimente provin din UE, dar

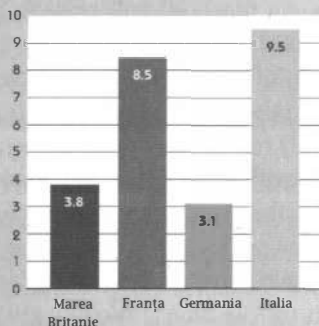
cultivatorii de legume spanioli și producătorii danezi de șuncă vor fi în continuare avizi să-și exporte produsele, atâta vreme cât consumatorii britanici le vor cumpăra și, prin urmare, nu va exista o cerere care să distrugă taxele sau prețurile.

Marea Britanie se descurcă bine în prezent... dar îi va merge oare și mai bine?

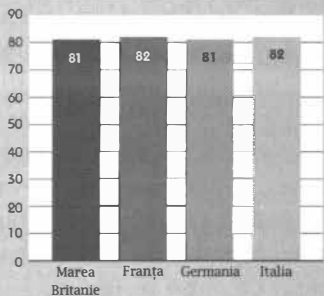
PIB pe cap de locuitor (mii de dolari)



Rata șomajului (%)



Speranța de viață (ani)



Rata fericirii (din 156 de țări)

Marea Britanie Locul 15	Franța Locul 24
Germania Locul 17	Italia Locul 36

Ultima dată când Marea Britanie a fost exportatoare netă de energie (petrol și gaze din Marea Nordului) era în 2003, în ultimii ani, țara importând 30-40% din energia sa primară — în primul rând, gaze naturale. Din nou, nu vor avea loc schimbări majore în viitorul apropiat, iar piața energetică globală bine aprovizionată va asigura continuitatea prețurilor accesibile ale importurilor.

Marea Britanie — cândva, o țară fără rivali pentru inventatori și un avanpost al producției moderne pe baze științifice (la urma urmei, este țara care ni i-a dat pe Michael Faraday, Isambard Kingdom Brunel, James Clerk Maxwell și Charles Algernon Parsons) — a ajuns să fie mai puțin industrializată decât Canada, țara occidentală care, din punct de vedere istoric, stătea cel mai slab la acest capitol. În 2018, producția a reprezentat 9% din PIB-ul britanic, comparativ cu 10% pentru Canada, 11% în cazul SUA, respectiv 19%, 21% și 27% pentru alte superputeri industriale, cum sunt Japonia, Germania și Coreea de Sud... și 32% pentru Irlanda, a cărei pondere o întrece acum chiar și pe cea a Chinei, aflată la 29%. Cu toate acestea, din nou, nicio răsturnare politică de peste noapte nu poate da peste cap această tendință istorică.

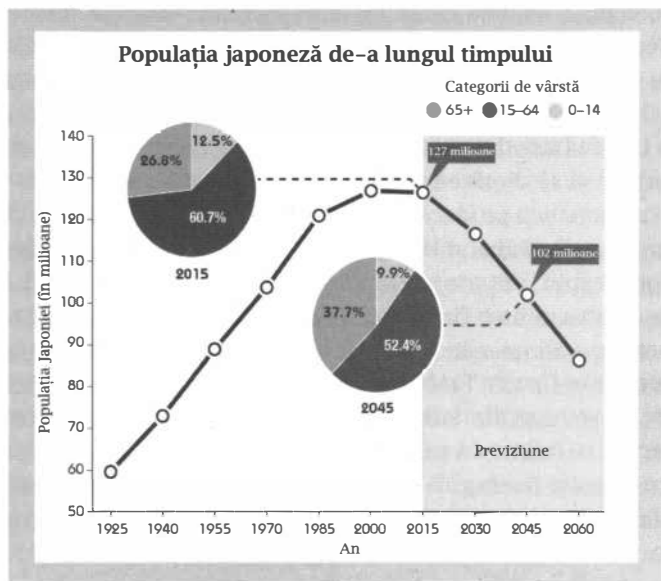
La fel ca în restul Europei, oferta educațională modernă din Marea Britanie a pus accentul pe cantitate în detrimentul calității, sistemul de sănătate funcționează sub numeroase constrângeri, multe dintre ele bine cunoscute (ușor de ilustrat prin șuvoiul de rapoarte care vorbesc despre suprasolicitarea angajaților Serviciului Național de Sănătate și despre spitalele supraaglomerate), iar îmbătrânirea populației va necesita tot mai multe resurse. Cota națională a dependenței de vârstnici (numărul persoanelor de peste 65 de ani ca pondere din totalul populației între 20 și 64 de ani active economic), care, în 2020, este încă la 32% — totuși, puțin mai mare decât cea a Franței sau Germaniei —, va ajunge la 47% până în 2050. Nicio intervenție guvernamentală și nicio declarație de suveranitate și de detașare față de birocrății de la Bruxelles nu vor avea vreun efect asupra acestui proces inexorabil.

Având în vedere aceste realități fundamentale, un observator rațional ar trebui să se întrebe care sunt diferențele tangibile și beneficiile clare pe care le poate aduce reafirmarea insularității britanice. E simplu să pictezi sloganuri false pe autobuze, e ușor să faci promisiuni extravagante, iar sentimentele de mândrie și satisfacție pot fi convingătoare pe moment, însă niciuna dintre aceste fapte intangibile nu poate schimba ceea ce a devenit

Marea Britanie în ultimul timp: o națiune îmbătrânită; o țară dezindustrializată și epuizată, al cărei PIB pe cap de locuitor este acum doar cu puțin mai mare decât jumătatea mediei irlandeze (un lucru pe care Swift, Gladstone sau Churchill l-ar găsi de neconceput); trecut-au anii puternicei țări, a cărei pretenție de unicitate se bazează pe numărul prea mare de prinți zbuciumați și pe exportul de seriale TV de epocă, ce au loc în conace de țară deteriorate, populate cu prea mulți servitori.

Motive de îngrijorare cu privire la viitorul Japoniei

Pe 2 septembrie 1945, reprezentanții guvernului japonez au semnat la bordul navei USS „Missouri“, ancorată în Golful Tokyo, actul de capitulare. Așa s-a încheiat poate cel mai neîndurător război modern, al cărui rezultat a fost decis de superioritatea tehnică a SUA încă dinainte de a începe. Japonia era depășită din punct de vedere material chiar și în momentul în care a atacat Pearl Harbor — în 1940, Statele Unite produceau aproximativ de 10 ori mai mult oțel decât Japonia și, în timpul războiului, diferența s-a accentuat.



Economia japoneză, devastată de război, a depășit vârful antebelic abia în 1953. Dar, până atunci, fusese turnată fundația pentru creșterea spectaculoasă a țării. În scurt timp, gama exporturilor sale foarte căutate a ajuns să varieze de la primele radiouri cu tranzistoare (Sony) la primele nave petroliere gigantice (Sumitomo). Prima Honda Civic a sosit în Statele Unite în 1973 și, în 1980, mașinile japoneze dețineau deja 30% din cota de piață a SUA. În 1973–1974, Japonia, total dependentă de importurile de țiței, a fost puternic afectată de decizia Organizației Țărilor Exportatoare de Petrol (OPEC) de a crește de cinci ori prețul exporturilor de petrol, dar țara s-a adaptat rapid, căutând să obțină eficiența energetică, iar în 1978 a devenit a doua economie din lume, după SUA. În 1985, yenul era atât de puternic, încât Statele Unite, simțindu-se vulnerabile în fața importurilor japoneze, au forțat devalorizarea monedei. Însă, chiar și după asta, economia japoneză a crescut: după ianuarie 1985, în următorii cinci ani, indicele Nikkei a crescut de peste trei ori.

Era prea frumos ca să fie adevărat; într-adevăr, succesul reflecta mecanismele unei enorme bule financiare, impulsionate de prețul umflat al acțiunilor și al imobiliarelor. În ianuarie 2000, la zece ani după atingerea apogeului, indicele Nikkei se afla la jumătate din valoarea sa din 1990 și abia recent a reușit să atingă și să depășească acest nivel scăzut.

Emblematici producători de electronice de larg consum, precum Sony, Toshiba și Hitachi, se străduiesc acum din greu să fie profitabili. Toyota și Honda, mărci auto globale, recunoscute cândva pentru fiabilitatea lor de neegalat, recheamă acum în service milioane de vehicule. Începând din 2014, airbagurile defecte ale firmei Takata au condus la cea mai mare rechemare în service din istorie pentru o piesă fabricată. În 2013, bateriile nefiabale cu litiu-ion ale GS Yuasa au provocat probleme noului Boeing 787. Dacă adăugăm la aceasta frecvențele schimbări guvernamentale, tsunamiul din martie 2011, urmat de catastrofa de la Fukushima, îngrijorările constante cu privire

la imprevizibila Coreei de Nord și agravarea relațiilor cu China și Coreea de Sud, obținem o imagine cu adevărat îngrijorătoare.

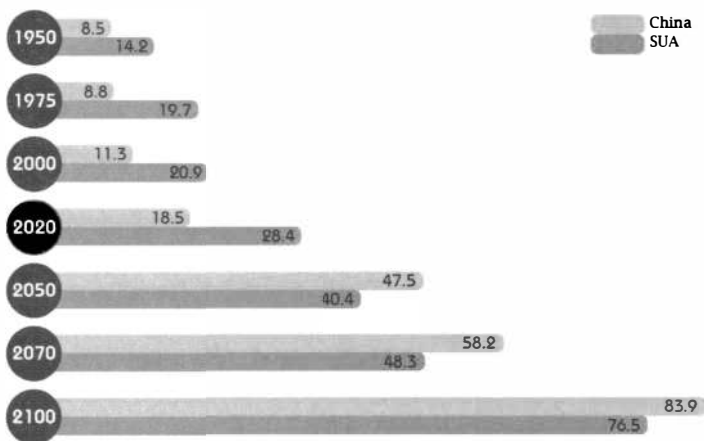
Există o problemă și mai fundamentală. Pe termen lung, bunăstarea națiunilor este determinată de tendințele populației. Japonia nu doar că este țara cu cea mai rapidă rată a îmbătrânirii dintre economiile importante (deja o persoană din patru are peste 65 de ani și, până în 2050, acest procent va ajunge la aproape 40%), dar populația sa este, totodată, în scădere. În 2050, numărul de locuitori, care este în prezent de 127 de milioane, va ajunge la doar 97 de milioane și previziunile indică o reducere a forței tinere de muncă, necesară în construcții și sistemul medical. Cine va întreține ampla și admirabil de eficienta infrastructură de transport japoneză? Cine se va îngriji de milioanele de bătrâni? Până în 2050, persoanele de peste 80 de ani vor depăși numeric copiii.

Soarta tuturor țărilor majore a urmat traiectoriei specifice de creștere și descreștere, dar poate cea mai mare diferență de traseu s-a înregistrat în privința duratei apogeei lor: unele au cunoscut un platou relativ prelungit, urmat de un declin constant (atât imperiul britanic, cât și Statele Unite ale secolului XX se potrivesc acestui tipar); altele au avut parte de o ascensiune fulgerătoare până în vârf, urmată de un declin mai mult sau mai puțin rapid. Japonia se încadrează, în mod evident, în ultima categorie. Ascensiunea sa rapidă de după cel de-al Doilea Război Mondial s-a încheiat la sfârșitul anilor 1980 și de atunci a avut parte doar de declin: pe parcursul unei singure vieți de om, a devenit dintr-o țară în suferință o superputere economică admirată — și temută —, cunoscând apoi stagnarea și regresul unei societăți îmbătrânite. Guvernul japonez a încercat să caute o soluție de scăpare, dar reformele radicale nu sunt ușoare într-o țară care își măsluiește alegerile, nu este capabilă să accepte chiar și o rată moderată a imigrației și încă are de lucru în privința stabilirii unei păci reale cu vecinii săi.

Cât de departe poate ajunge China?

Unele repere sunt anticipate de ani de zile. Câte articole nu s-au scris oare despre momentul în care China va depăși Statele Unite, devenind cea mai mare economie a lumii până în — alege singur — 2015, 2020 sau 2025? Momentul depinde de valoarea folosită. S-a întâmplat deja acest lucru în privința parității puterii de cumpărare (PPC), care compară produsul economic al mai multor țări prin eliminarea distorsiunilor cauzate de fluctuațiile cursurilor de schimb ale monedelor lor naționale. Potrivit Fondului Monetar Internațional (FMI), în 2019, PIB-ul ajustat la PPC al Chinei a fost cu aproximativ 32% mai mare decât totalul SUA.

Raportul dependenței de vârstnici, China — SUA



Dacă folosim însă rata cursului de schimb dintre yuan și dolarul american, Statele Unite sunt mult mai în față: aceasta era cu aproximativ 50% mai mare în 2019 (21,4 trilioane de dolari față de 14,1 trilioane de dolari). Dar, în ciuda recentei încetiniri a creșterii PIB-ului chinez — de la două cifre la o rată oficială între 6% și 7% pe an și, în realitate, mai mică —, aceasta este încă mult mai mare decât creșterea Statelor Unite. Prin urmare, este doar o chestiune de timp până când China va deveni numărul 1, chiar și în termeni nominali.

Calea către locul 1 a început în 1978, când țara a adoptat modernizarea economică, lăsând în urmă trei decenii de administrare defectuoasă. Zeci de ani la rând, China a fost cea mai mare producătoare mondială de cereale, cărbune și ciment și, vreme de ani de zile, cel mai mare exportator de bunuri fabricate, în general, și de electronice de consum, în special. Nu este nimic surprinzător în acest sens: populația Chinei este cea mai mare din lume (1,4 miliarde în 2016), iar noua sa economie, modernizată, presupune producții proporțional de mari.

Dar, în termeni relativi, China cu greu poate fi considerată bogată: PPC-ul calculat cu generozitate de Banca Mondială estima PIB-ul pe cap de locuitor, pentru anul 2019, la 19 504 dolari, adică locul 73 în clasamentul mondial, în spatele Muntenegrului și Argentinei și imediat înaintea Republicii Dominicane, Gabon și Barbados, o clasare nicidecum uimitoare. Toată lumea a auzit despre chinezii bogați, care cumpără proprietăți imobiliare în Vancouver și Londra și ceasuri încrustate cu diamante de la Galeriile Lafayette din Paris, dar aceștia reprezintă o minoritate.

PIB-ul și numărul de *nouveaux riches* sunt măsuri înșelătoare ale calității vieții reale din China. Mediul este în continuă degradare. Poluarea aerului în orașele țării este incredibil de mare: conform Organizației Mondiale a Sănătății, nivelul maxim acceptabil de particule cu diametre sub 2,5 nanometri este de 25 de micrograme pe metru cub de aer, dar multe orașe chineze au depășit în mod repetat 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Unele au înregistrat chiar și maxime de peste 1 000. În 2015, Beijingul a raportat, în medie,

80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, comparativ cu o valoare mai mică de 10 pentru New York. Aceste niveluri de poluare extrem de ridicate cresc incidența bolilor respiratorii și cardiace și scurtează durata preconizată de viață.

Poluarea apei este, de asemenea, endemică. Aproape jumătate dintre locuitorii zonelor rurale ale Chinei nu beneficiază de o canalizare modernă. Țara are mai puțin teren arabil pe cap de locuitor decât India și, spre deosebire de mult mai mica Japonie, nu s-ar putea baza niciodată pe scară largă pe importuri. Resursele de petrol și de gaze naturale ale Chinei sunt inferioare celor ale SUA, importurile recente de țiței reprezentând peste 60% din consumul total, în vreme ce Statele Unite sunt în prezent un importator minor. Și ar fi bine să nu ne gândim la un dezastru precum cel de la Fukushima, într-o țară în care s-au construit cu rapiditate foarte multe reactoare nucleare noi în provincii de coastă dens populate sau la o altă pandemie declanșată într-una dintre piețele de pește aglomerate.

În cele din urmă, populația țării trece printr-un proces rapid de îmbătrânire — de aceea, Partidul Comunist a renunțat în 2015 la politica prin care le interzicea cuplurilor să aibă mai mult de un copil — și, prin urmare, avantajul său demografic este deja în scădere. Raportul dintre persoanele active economic și cele dependente economic a atins punctul culminant în 2010 și dinamismul industrial al Chinei va scădea odată cu diminuarea acestui raport.

Am mai asistat odată la acest proces. Să facem comparația dintre Japonia din 1990, a cărei ascensiune părea să sfideze întreaga lume occidentală, și Japonia anului 2020, după 30 de ani de stagnare economică (vezi „Motive de îngrijorare cu privire la viitorul Japoniei“, p. 75). Aceasta este probabil cea mai bună imagine pentru contrastul probabil dintre China din 2020 și cea a anului 2050.

India pe locul 1? Foarte probabil; India va depăși în curând China în privința celei mai numeroase populații din lume. Întrebarea este dacă va reuși să conteste și supremația sa economică.

Cel puțin de la destrămarea Imperiului Roman, dinastiile chineze succesive au guvernat peste mai mulți oameni decât orice alt regim din lume. În 1912, la sfârșitul perioadei imperiale, China avea aproximativ 428 de milioane de locuitori; în 1949, când puterea a fost preluată de comuniști, avea 542 de milioane; în 2000, 1,27 miliarde și, la sfârșitul lui 2019, aproximativ 1,4 miliarde. Încetinirea ratei de creștere este rezultatul direct al politicii de limitare a numărului de copii la unul singur, adoptată în 1979 și încheiată în 2015 (vezi capitolul precedent). Între timp, populația Indiei a crescut de la 356 de milioane în 1950 la 1,05 miliarde în 2000 și 1,37 miliarde la sfârșitul anului 2019.

Avantajul Chinei s-a diminuat cu rapiditate și, dacă previziunile demografice pe termen scurt sunt credibile, atunci e clar că India va depăși totalul Chinei până, cel târziu, în 2025 (conform celei mai recente prognoze a ONU), poate chiar în 2023.

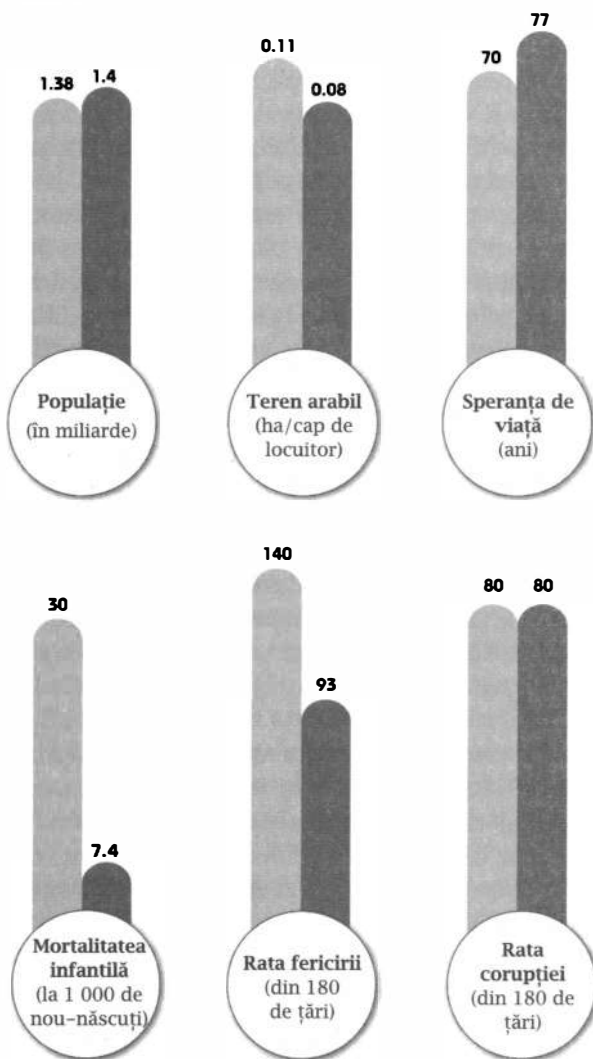
Între timp, este fascinant să comparăm cele două state uriașe. Ambele țări practică avortul selectiv al fetoșilor de sex feminin, creând raporturi anormale ale sexului la naștere. Raportul normal este de 1,06 nou-născuți de sex masculin față de cei de sex feminin, dar în India acesta este 1,12, iar în China de 1,15.

Ambele țări sunt dominate de corupție: cel mai recent Indice de Percepție a Corupției, de la Transparency International, plasează India și China pe locul 80 dintre cele 180 de țări analizate (Danemarca este cea mai necoruptă țară, în vreme ce Somalia ocupă ultimul loc). În ambele țări, inegalitatea economică, măsurată cu ajutorul coeficientului Gini, este foarte ridicată: circa

India vs. China: 2020



India China



48 în India și 51 în China (comparativ cu 25 în Danemarca, 33 în Marea Britanie și 38 în SUA). Și, în amândouă țările, păturile bogate ale populației rivalizează în privința consumului ostentativ, colecționând mașini scumpe și reședințe somptuoase. Mukesh Ambani, președintele Reliance Industries Limited, deține cea mai scumpă reședință privată din lume; Antilia sa, un zgârie-nori cu 27 de etaje finalizat în 2012, are o panoramă perfectă asupra mahalalelor din Mumbai.

Dar există și diferențe fundamentale. Creșterea economică rapidă începută în 1980 a făcut din China o țară mult mai bogată, cu un PIB nominal (conform estimării FMI pentru 2019) de aproape cinci ori mai mare decât cel al Indiei (14,1 trilioane de dolari față de 2,9 trilioane de dolari). În 2019, în China, media pe cap de locuitor, măsurată în raport cu paritatea puterii de cumpărare, a fost (conform FMI) de două ori și ceva mai mare decât cea a Indiei (20 980 de dolari față de 9 030 de dolari).

Pe de altă parte, China este un stat controlat strict de un partid unic și condus de un birou politic alcătuit din șapte bărbați în vârstă, în vreme ce India continuă pe un drum extrem de imperfect, dar incontestabil de democratic. În 2019, Freedom House a atribuit Indiei 75 de puncte la capitolul indicelui de libertate, comparativ cu numai 11 puncte atribuite Chinei (Marea Britanie a obținut 93 și Canada 99).

O altă comparație este la fel de grăitoare: printre marile realizări tehnologice ale Chinei se numără utilizarea unei cenzuri feroce a internetului și extrem de intruzivul sistem de monitorizare, parte a noului și omniprezentului Sistem de Credite Sociale; una dintre marile contribuții ale Indiei în domeniul tehnologiei avansate o reprezintă liderii corporațiilor tehnice din țară și din străinătate. Mulți emigranți indieni au ajuns în poziții de conducere în Silicon Valley: Sundar Pichai la Google, Satya Nadella la Microsoft, Shantanu Narayen la Adobe și Sanjay Jha la GlobalFoundries, ca să-i menționăm doar pe cei mai proeminenți.

Va fi fascinant de urmărit în ce măsură India va reuși să copieze succesul economic al Chinei. Iar China, la rândul său, va

trebui să facă față diminuării avantajului demografic: începând din 2012, raportul său de dependență — numărul vârstnicilor activi în câmpul muncii împărțit la cel al persoanelor care sunt prea tinere sau prea bătrâne ca să muncească — a crescut (acum este puțin peste 40%). Întrebarea este dacă țara va îmbătrâni înainte să devină cu adevărat bogată. Ambele țări au probleme ecologice uriașe și se confruntă cu provocarea asigurării hranei necesare populației, însă India are cu aproximativ 50% mai multe terenuri agricole.

O ultimă complicație: ambele puteri nucleare trebuie să semneze obligatoriu un tratat prin care să pună capăt dezacordului teritorial din Himalaya. S-au lovit de această problemă de mai multe ori, cel mai grav în 1962. Situația poate deveni încordată atunci când două puteri în ascensiune își dispută granițele.

Și totuși acest conflict nu este cea mai mare provocare imediată a Indiei. Mult mai presante sunt nevoia de reducere în continuare a ratei fertilității (dacă celelalte condiții rămân neschimbate, acest lucru va duce la o creștere a venitului pe cap de locuitor), provocarea menținerii autosuficienței alimentare de bază (o țară de peste 1,4 miliarde este prea mare pentru a se baza pe importuri) și găsirea unei soluții de îmbunătățire a relațiilor deteriorate dintre hindușii și musulmanii din țară.

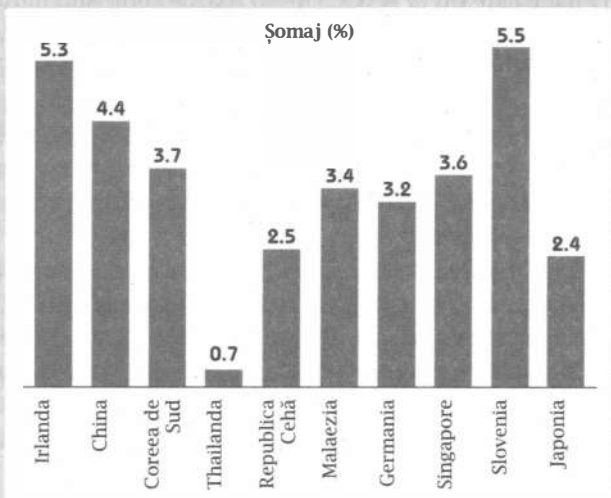
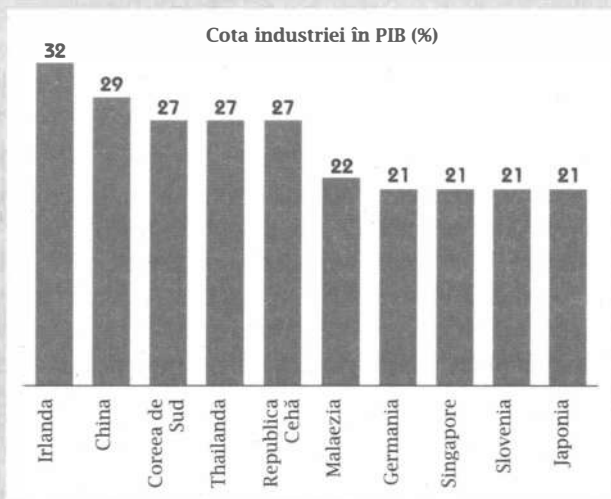
De ce industria este în continuare importantă

Industria a crescut, dar, pe de altă parte, a scăzut. Între 2000 și 2017, valoarea mondială a produselor industriale a crescut de mai bine de două ori, de la 6,1 trilioane de dolari la 13,2 trilioane de dolari. Între timp, importanța relativă a producției este în scădere rapidă, reluându-și tendința descendentă anterioară din agricultură (ce reprezintă în prezent doar 4% din produsul economic mondial). Pe baza statisticilor naționale uniforme ale Națiunilor Unite, contribuția sectorului industrial la produsul economic global a scăzut de la 25%, în 1970, la mai puțin de 16%, în 2017.

Declinul s-a înregistrat pe piața bursieră, care apreciază mai mult firmele care oferă servicii decât marile companii industriale. La sfârșitul anului 2019, Facebook — constantul furnizor de selfie-uri — avea o capitalizare de piață de aproape 575 de miliarde de dolari, de aproape trei ori mai mult decât Toyota, principalul producător mondial de autoturisme. Iar SAP, cel mai mare furnizor de software din Europa, valora cu aproximativ 60% mai mult decât Airbus, cel mai important producător european de avioane.

Cu toate acestea, industria este în continuare importantă pentru sănătatea economiei unei țări, deoarece niciun alt sector nu poate genera, nici pe departe, la fel de multe slujbe bine plătite. Să luăm Facebook, de exemplu, care, la sfârșitul anului 2019, avea aproximativ 43 000 de angajați, spre deosebire de Toyota, cu 370 000 de salariați de-a lungul anului fiscal 2019. Producția contează încă.

**Industria creează locuri de muncă: doar două dintre primele
10 țări industriale au înregistrat recent o rată a
șomajului mai mare de 5%**



Primele patru economii sunt în continuare principalele patru puteri industriale, reprezentând, în 2018, aproximativ 60% din producția industrială mondială. China se află în fruntea listei, cu o pondere de aproape 30%, urmată de Statele Unite (circa 17%), Japonia și Germania. Dar importanța relativă a industriei diferă de la economia unei țări la alta. În 2018, sectorul producției chineze a contribuit cu peste 29% din PIB — în același an, cota industriei a atins aproximativ 21% în Japonia și Germania și doar 12% în Statele Unite.

Dacă e să clasificăm țările după valoarea industrială pe cap de locuitor, atunci Germania, cu aproximativ 10 200 de dolari în 2018, trece în fruntea celor mai importante patru țări, urmată de Japonia, cu aproximativ 7 900 de dolari, Statele Unite, cu aproximativ 6 800 de dolari și China, cu doar 2.900 de dolari. Dar liderul global este în prezent Irlanda, țara care, până la aderarea la UE (pe atunci cunoscută sub numele de CEE), în 1973, avea un sector industrial nesemnificativ. Impozitul scăzut perceput corporațiilor (12,5%) a atras zeci de multinaționale, care produc acum 90% dintre bunurile de export ale țării, iar valoarea industrială pe cap de locuitor a trecut de 25 000 de dolari pe an, depășind Elveția, cu 15 000 de dolari. Când ne gândim la fabricile elvețiene, ne vin în minte Novartis și Roche (producători farmaceutici) sau Swatch Group (firmă producătoare de ceasuri, inclusiv Longines, Omega, Tissot și alte mărci celebre). Când ne gândim la fabricile irlandeze, ne vin în minte Apple, Johnson & Johnson sau Pfizer — toate străine.

Printre țările în care produsele industriale reprezintă mai mult de 90% din totalul comerțului de mărfuri nu se numără doar China și Irlanda, ci și Bangladesh, Republica Cehă, Israel sau Coreea de Sud. Germania are o pondere de aproape 90%; cota SUA este sub 70%.

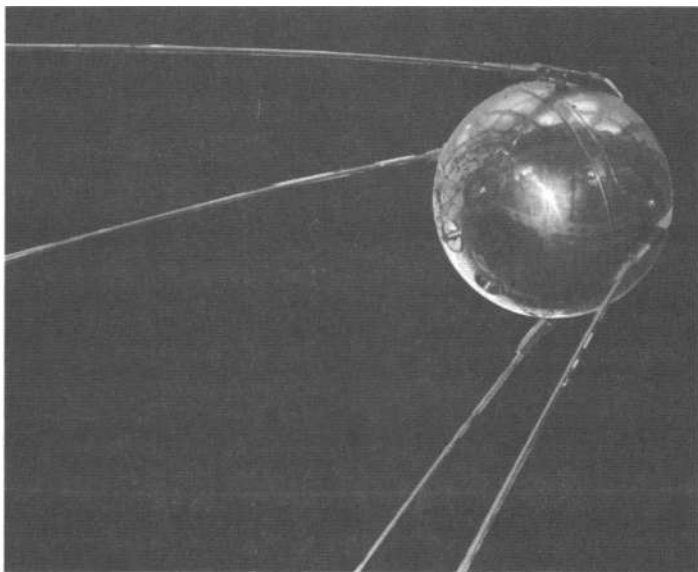
Bilanțul net al comerțului internațional cu bunuri industriale este, de asemenea, relevant, deoarece dezvăluie două lucruri: măsura în care o națiune își poate satisface propria nevoie de produse și cererea pentru produsele sale în străinătate. După cum era de așteptat, Elveția, Germania și Coreea de

Sud înregistrează mari surplusuri, în timp ce Statele Unite au atins în 2018 un nou record în privința deficitului comercial de mărfuri, ajungând la 891 de miliarde de dolari sau aproximativ 2 700 de dolari pe cap de locuitor — prețul plătit pentru importul din Asia al produselor electronice, hainelor, încălțămintei, mobilierului și dispozitivelor de bucătărie.

Dar, până în 1982, Statele Unite s-au bucurat, generații la rând, de surplusuri comerciale, iar China a înregistrat până în 1989 un deficit cronic. Care sunt șansele ca SUA să-și remedieze dezechilibrul comercial masiv în raport cu China sau ca India să copieze succesul producției chineze?

Rusia și SUA: cum unele lucruri nu se schimbă niciodată

Tensiunile dintre Rusia și SUA care s-au accentuat pe parcursul celui de-al doilea deceniu al secolului XXI sunt doar ultima manifestare a îndelungatei rivalități dintre cele două superputeri. În august 2019, Statele Unite s-au retras din Tratatul cu Rusia referitor la Armele Nucleare cu Rază Medie de Acțiune; ambele părți dezvoltă acum noi rachete, iar cele două țări s-au confruntat în privința viitorului fostei republici sovietice Ucraina.



Sputnik

Privind retrospectiv, este clar că unul dintre momentele decisive ale confruntării lor de decenii a avut loc vineri, 4 octombrie 1957, când Uniunea Sovietică a lansat Sputnik 1, primul satelit artificial. Din punct de vedere tehnic, era o realizare modestă: o sferă de 58 de centimetri în diametru, cântărind aproape 84 de kilograme, din care ieșeau patru antene ca niște tije. Deși cele trei baterii de argint-zinc reprezentau aproximativ 60% din masa totală, ele generau doar 1 watt, destul cât să emită bipuri stridente pe lungimile de undă de 20 007 și 40 002 megahertzi timp de trei săptămâni. Satelitul a ocolit planeta de 1 440 de ori înainte să se prăbușească în flăcări, pe 4 ianuarie 1958.

Sputnik n-ar fi trebuit să fie o surpriză. Atât sovieticii, cât și Statele Unite își dezvăluiseră intenția de a lansa sateliți pe orbită pe parcursul Anului Internațional al Geofizicii (1957-1958), iar sovieticii au publicat chiar și câteva detalii tehnice înaintea lansării. Însă publicul nu a perceput așa mica sferă sonoră de la sfârșitul anului 1957.

Lumea occidentală a reacționat cu uimire, iar Statele Unite cu jenă. Iar jena a crescut în decembrie, când racheta Vanguard TV3, a cărei lansare în pripă era menită să contracareze efectul Sputnik, a explodat pe platforma de lansare de la Cape Canaveral, la doar două secunde după decolare. Membrii delegației sovietice la Națiunile Unite i-au întrebat pe omologii americani dacă doresc să primească asistență tehnică în cadrul programului sovietic dedicat țărilor nedezvoltate.

Această umilință publică a crescut numărul solicitărilor de accelerare a programului spațial al țării, de anulare a decalajului tehnic perceput și de stimulare a educației în domeniile matematicii și științei. Șocul perceput de sistemul școlar american a fost probabil cel mai mare din istoria țării.

Toate acestea au avut o mare semnificație în viața mea. În octombrie 1957, eram adolescent în Cehoslovacia și, în fiecare zi, când mergeam la școală, mă uitam către inaccesibila Germania de Vest, aflată în spatele sârmei ghimpate și al câmpurilor minate. Ar fi putut la fel de bine să se afle pe o altă planetă. Premierul sovietic Nikita Hrușciiov tocmai declarase

Occidentului: „Vă vom îngropa“; iar laudele sale cu privire la supremația comunistă în domeniile științei și ingineriei erau consolidate de reacțiile aproape panicate ale Statelor Unite. Această ultimă dovadă a puterii sovietice ne-a determinat pe mulți dintre noi să ne temem că aceasta nu va lua sfârșit la timp pentru generația noastră.

Dar s-a dovedit că nu a existat niciodată un decalaj științific sau ingineresc real: Statele Unite și-au câștigat rapid întâietatea, lansând sateliți pentru comunicații, prognoze meteorologice și spionaj. La mai puțin de doisprezece ani după surpriza Sputnik, Neil Armstrong și Buzz Aldrin pășeau pe Lună, un loc în care niciun cosmonaut sovietic nu avea să ajungă vreodată.

Iar la 11 ani după Sputnik, imperiul sovietic și-a manifestat slăbiciunea — chiar dacă temporar — în timpul primăverii de la Praga, când Cehoslovacia a încercat să adopte o formă mai liberală de regim (în continuare comunist). Ca urmare, chiar și cehii care nu erau membri ai Partidului Comunist au obținut pașapoarte de călătorie în Vest. Astfel, în august 1969, eu și soția mea am aterizat la New York, cu doar câteva săptămâni înainte ca granițele să fie închise pentru încă două decenii.

În 1975, la scurt timp după ce ne-am mutat din Statele Unite în Canada, prima expoziție majoră organizată în cadrul recent finalizatului Winnipeg Convention Center prezenta programul spațial sovietic. Deasupra holului principal era atârnată de niște fire o machetă Sputnik la scară naturală. În timp ce urcam pe scările rulante și priveam acea sferă strălucitoare, am simțit că mă întorc pe data de 4 octombrie 1957, când bipuitul satelitelui nu semnală gloria ingineriei și științei, ci teama că puterea sovietică va continua pentru tot restul vieții mele.

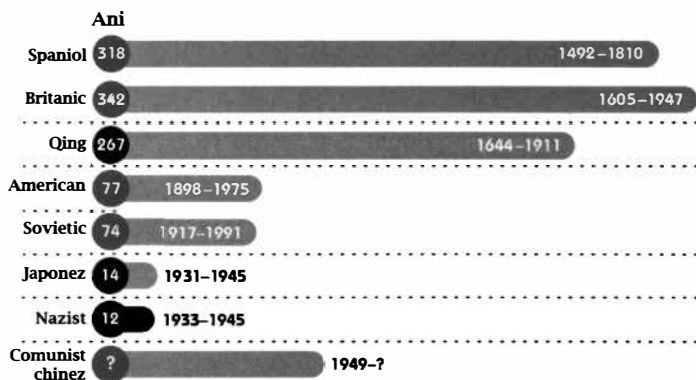
Până la urmă, am reușit să scăpăm, însă, după cum spun francezii, *plus ça change, plus c'est la même chose**.

* „Cu cât se schimbă mai mult, cu atât rămâne la fel.“ (n. tr.)

Imperii în declin: nimic nou sub soare

Menținerea unui imperiu, fie el real (cu împărat sau împărăteasă) sau unul de facto (definit de puterea economică și militară și susținut de imaginea de forță și de schimbarea alianțelor), nu a fost niciodată ușoară. Este greu să comparăm longevitatea imperiilor, din cauza gradelor diferite de centralizare și a exercitării efective a controlului teritorial, politic și economic. Dar un lucru iese în evidență: în ciuda capacităților militare, tehnice și economice în creștere ale națiunilor importante, menținerea unor imperii mari pentru perioade lungi de timp a devenit tot mai dificilă.

Longevitatea ultimelor imperii reale și de facto



În 2011, Samuel Arbesman, care lucra la Institutul pentru Științe Sociale Cantitative al Universității Harvard, a analizat durata de viață a 41 de imperii antice dintre anii 3000 î.Hr. și

600 d.Hr. și a descoperit că acestea au rezistat, în medie, timp de 220 de ani, însă distribuția duratei de viață imperiale era extrem de neregulată, imperiile care au supraviețuit cel puțin 200 de ani fiind de aproximativ șase ori mai des întâlnite decât cele care au rezistat vreme de opt secole. În plus, cele mai durabile trei imperii — Elamul Mesopotamian, care a supraviețuit vreme de zece secole, și Regatul Vechi și cel Nou al Egiptului, care a rezistat fiecare câte cinci sute de ani — au ajuns la maturitate înainte de anul 1000 î.Hr. (Elamul, în preajma anului 1600 î.Hr., iar regatele egiptene, în jur de 2800, respectiv 1500 î.Hr.).

După anul 600 d.Hr., nu am dus lipsă de imperii, dar, la o analiză mai atentă, observăm că nu s-au înregistrat progrese în privința longevității. Desigur, China a continuat să aibă o formă de guvernământ imperial până în 1911, dar aceasta a cuprins o duzină de dinastii diferite — inclusiv cele întemeiate de invadatorii străini, dinastia mongolă Yuan (1279–1368) și Manchu Qing (1644–1911) — care au exercitat diferite grade de control asupra reducerii și extinderii teritoriilor, având adesea pretenții nejustificate asupra regiunilor nordice și vestice din afara nucleului Han.

Cronologia imperiului spaniol și a celui britanic sunt extrem de discutabile. Dacă luăm în considerare că anul 1492 marchează începutul imperiului spaniol și 1810 este anul sfârșitului său de facto, obținem o supremație a Madridului (sau, după 1584, a El Escorialului) puțin mai mare de trei secole. Pentru calcularea începutului imperiului britanic ar trebui oare să luăm în considerare anul 1497 (al expediției lui John Cabot în America de Nord) sau 1604 (al Tratatului de la Londra, care pune capăt războiului anglo-spaniol)? Iar pentru sfârșitul acestuia (lăsând deoparte posesiunile minuscule de peste oceane, cum ar fi Anguilla sau Insulele Turks și Caicos) ar trebui să ne gândim la anul 1947 (pierderea Indiei) sau 1960 (când Nigeria, cea mai populată țară africană, devine independentă)? Dacă este să luăm în calcul ultima dată, obținem un interval de 356 de ani.

Și niciun imperiu nu a reușit să supraviețuiască pe întreaga durată a secolului XX. Ultima dinastie chineză, Qing, s-a stins

în 1911, după 267 de ani de domnie, iar noul imperiu comunist a fost întemeiat abia în 1949. Imperiul sovietic, succesorul Romanovilor, a redobândit în cele din urmă controlul asupra majorității teritoriilor conduse anterior de țări (Finlanda și mare parte din Polonia fiind excepțiile majore), iar după cel de-al Doilea Război Mondial și-a extins controlul asupra țărilor din estul și centrul Europei, odată cu lăsarea Cortinei de Fier, de la Marea Baltică până la Marea Neagră.

În anii Războiului Rece, imperiul transmitea o imagine de forță în ochii organizatorilor NATO și ai politicienilor de la Washington, însă din interior (am trăit acolo până la 26 de ani) părea mai puțin formidabil. Chiar și așa, a fost o surpriză când, în cele din urmă, s-a destrămat atât de ușor; a rezistat din prima săptămână a lunii noiembrie 1917 până în ultima săptămână a lunii decembrie 1991 — 74 de ani și o lună, cât este speranța medie de viață a bărbaților europeni.

Agresiunile japoneze și germane au durat, din fericire, și mai puțin. Trupele japoneze au invadat Manciuria în septembrie 1931; începând din 1937, armata a ocupat mai multe provincii din estul Chinei; din 1940, a preluat controlul asupra Vietnamului, Cambodgiei, Thailandeii, Birmaniei și aproape a întregului teritoriu indonezian de astăzi; iar în iunie 1942 a ocupat Attu (cea mai vestică insulă a arhipelagului Aleutian din Alaska) și insula Kiska, la aproximativ 300 de kilometri spre vest. Aceste două avanposturi apusene au fost recuperate abia 13 luni mai târziu, iar capitularea Japoniei a fost semnată la 2 septembrie 1945; expansiunea imperială a durat astfel aproape 14 ani. Între timp, al Treilea Reich al Germaniei, care trebuia să dureze o mie de ani, a dispărut la 12 ani și 3 luni după ce Adolf Hitler a devenit *Reichskanzler*, pe 30 ianuarie 1933.

Dar „imperiul” american? Chiar dacă ar fi să marcăm începutul său în 1898 (odată cu războiul hispano-american și cucerirea Filipinelor, Puerto Rico-ului și Guamului), avem oare motive să credem în continuitatea puterii sale? Al Doilea Război Mondial a fost ultimul conflict major, încheiat cu o victorie decisivă a SUA; celelalte (războiul coreean, războiul din Vietnam, războiul

din Afganistan, războiul din Irak) au fost un amalgam greu de clasificat (și costisitor) de înfrângeri și hărțuiri reciproce. Nici măcar scurtul război din Golf, din 1990–1991, nu s-a încheiat cu o victorie clară și a condus (12 ani mai târziu) la invazia și anii sângeroși de blocaj din Irak (2003–2011). În același timp, ponderea națională în cadrul producției economice mondiale a înregistrat un declin constant după apogeul nefiresc din 1945 (când toate celelalte economii majore erau fie devastate, fie epuizate de război) și mult prea puține țări din presupusa orbită imperială americană s-au arătat dispuse să îi aprobe și să îi urmeze. În mod clar, nu avem de-a face cu un „imperiu“ a cărui durată să poată fi determinată cu precizie.

Cine ar trebui să acorde cea mai mare atenție acestor lecții despre declinul imperiilor? Evident, Partidul Comunist Chinez, care încearcă să suprimă Tibetul și regiunea Xinjiang printr-o politică ce nu și-a atras prieteni reali de-a lungul vastelor frontiere ale țării, manifestând pretenții teritoriale ce se întind până în Marea Chinei de Sud și a cărei decizie de a investi masiv (în stilul Drumului Mătăsii) în țările sărace din Asia și Africa urmărește cumpărarea pe termen lung a influenței politice. Partidul a sărbătorit, în octombrie 2019, 70 de ani de la instituirea ultimei forme imperiale de guvernământ, însă, ținând cont de istoria longevității imperiale moderne, care sunt șansele să reziste încă 70 de ani de acum înainte?

**Mașinării, proiecte,
dispozitive.**

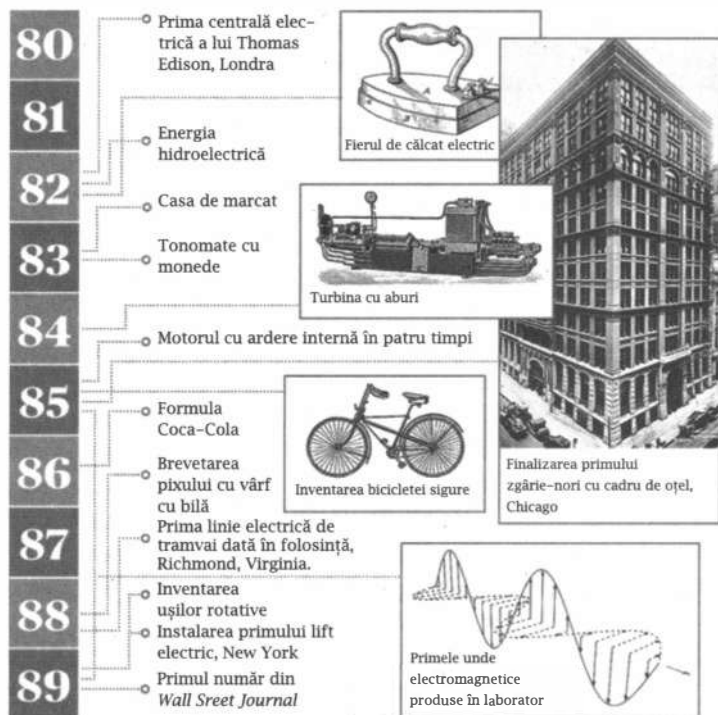
**Invențiile care definesc
lumea modernă**

Cum au creat anii 1880 lumea modernă

Conform adeptilor lumii electronice, sfârșitul secolului XX și cele două decenii de început ale secolului XXI au adus un număr fără precedent de invenții importante. Dar aceasta este o neînțelegere categorică, întrucât progresele de ultimă oră sunt niște variații ale unor descoperiri fundamentale mai vechi: microprocesoarele (vezi „Inventarea circuitelor integrate“, p. 120) și exploatarea undelor radio, parte a spectrului electromagnetic. Microcipuri mai puternice și mai specializate fac acum să funcționeze totul, de la roboții industriali și piloții automați ai avioanelor de linie până la aragaze și camere digitale, iar cele mai populare mărci din lume specializate în comunicațiile mobile folosesc undele radio de înaltă frecvență.

De fapt, poate cea mai inventivă perioadă din istoria omenirii a fost anii 1880. Au existat oare alte două seturi de invenții elementare și descoperiri epocale care să fi modelat mai mult lumea modernă decât electricitatea și motoarele cu ardere internă?

Doar electricitatea, fără microcipuri, este suficientă pentru a crea o lume sofisticată și bogată (am avut una în anii 1960). Pe de altă parte, lumea electronică guvernată de microcipuri este complet subordonată unei surse de energie electrică, al cărei concept fundamental depinde de sistemele de producere a energiei termice și hidroenergetice, ambele ajunse pe piața comercială în 1882 și furnizând în continuare peste 80% din energia electrică a lumii. Și ne dorim ca energia să fie la dispoziția noastră în cel puțin 99,9999% din timp, ca să poată servi ca bază pentru tot ce este electronic.



Miraculoșii ani 1880

Trebuie să adăugăm la acestea realizările lui Benz, Maybach și Daimler, al căror succes cu motoarele alimentate cu benzină l-a inspirat pe Rudolf Diesel să vină, doar un deceniu mai târziu, cu o alternativă și mai eficientă (vezi „De ce n-ar trebui deocamdată să spunem adio motoarelor diesel“, p. 110). Până la sfârșitul secolului al XIX-lea au fost finalizate proiectele conceptuale ale celor mai eficiente motoare cu ardere internă: turbinele cu gaz. Și tot în anii 1880 experimentele lui Heinrich Hertz au dovedit existența undelor electromagnetice (produse prin oscilația câmpurilor electrice și magnetice), ale căror lungimi variază de la cele foarte scurte ale radiației cosmice până la

razele X, ultraviolete, cele vizibile cu ochiul liber, unde infraroșii, microunde sau radio. Existența lor fusese prezisă de James Clerk Maxwell cu zeci de ani înainte, dar Hertz a fost cel care a deschis drumul aplicațiilor practice pentru o lume fără fire.

Dar anii 1880 s-au inoculat în existența noastră și în alte moduri, mai subtile. În urmă cu peste un deceniu, în *Creating the Twentieth Century (Crearea secolului XX)*, am urmărit mai multe procese cotidiene americane prin intermediul artefactelor și acțiunilor datorate acestui deceniu miraculos. O femeie se trezește astăzi într-un oraș american și își pregătește o ceașcă de cafea Maxwell House (lansată în 1886). Se gândește să mănânce clătitele ei preferate, Aunt Jemima (comercializate din 1889), dar alege pachetul de ovăz Quaker (disponibil din 1884). Își calcă bluza cu un fier electric (brevetat în 1882), folosește antiperspirant (disponibil din 1888), dar nu-și poate pregăti pachetul de prânz pentru că a rămas fără pungi de hârtie maro (comercializarea rezistentei hârtii kraft a început în anii 1880).

Face naveta cu ajutorul sistemului de cale ferată ușoară (urmașul direct al tramvaielor electrice, care au început să deservească orașele americane din anii 1880), este cât pe ce să fie doborâtă de o bicicletă (a cărei versiune modernă — cu roți egale și transmisie pe lanț — a fost o altă creație a anilor 1880, vezi „Motoarele sunt mai vechi decât bicicletele!”, p. 172), apoi trece printr-o ușă rotativă (folosită pentru prima dată în 1888, într-o clădire din Philadelphia) și intră într-un zgârie-nori construit pe cadre de oțel (primul a fost finalizat în 1885, la Chicago). Se oprește la un chioșc de ziare de la primul etaj, cumpără un exemplar din *Wall Street Journal* (publicat din 1889) de la o persoană care înregistrează tranzacția într-o casă de marcat (brevetată în 1883). Urcă apoi cu liftul (primul ascensor electric a fost instalat într-o clădire din New York în 1889) până la etajul 10, se oprește la un automat (introdus, în forma sa modernă, în 1883) și cumpără o cutie de Coca-Cola (a cărei formulă a fost inventată în 1886). Înainte de a începe serviciul, își notează câteva lucruri de ținut minte cu ajutorul unui pix cu cap de bilă (brevetat în 1888).

Anii 1880 au fost miraculoși; au adus foarte multe contribuții diverse, printre care antiperspirantul, iluminatul ieftin, ascensoarele sigure sau teoria electromagnetismului, deși majoritatea oamenilor care își irosesc timpul cu *tweet*-urile efemere și bârfele de pe Facebook nici nu bănuiesc adevăratele proporții ale acestei datorii cotidiene.

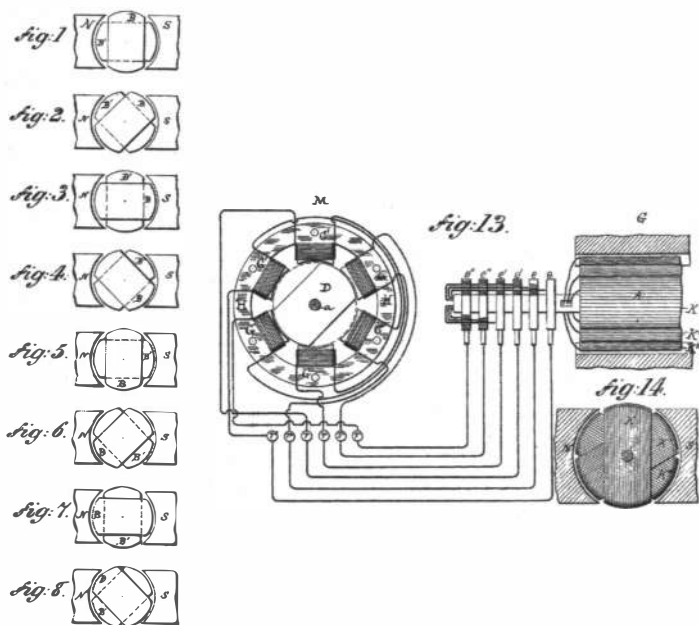
Cum au alimentat motoarele electrice civilizația modernă

Dispozitivele electrice au avansat cu pași mari în anii 1880 — deceniul primelor centrale electrice, al becurilor durabile și al transformatoarelor —, dar, în majoritatea timpului, progresul motoarelor electrice a întârziat.

Elementarele motoare cu curent continuu (CC) datează din anii 1830, când Thomas Davenport din Vermont a brevetat primul motor american și l-a folosit pentru alimentarea unei tipografii și când Moritz von Jacobi din Sankt Petersburg a utilizat motoarele pentru a pune în mișcare o mică ambarcațiune pe râul Neva. Dar aceste dispozitive alimentate cu baterii nu puteau concura cu puterea aburului. A trecut mai bine de un sfert de secol până ce Thomas Edison a reușit să producă pe scară comercială un model de stilou electric folosit la multiplicarea documentelor de birou; și acesta era alimentat tot cu un motor pe bază de CC. După 1882, pe măsură ce generarea comercială de energie electrică s-a răspândit tot mai mult, motoarele electrice au devenit ceva obișnuit și, în 1887, producătorii americani vindeau aproximativ 10 000 de unități pe an, unele dintre ele alimentând primele ascensoare electrice din lume. Cu toate acestea, toate funcționau pe bază de CC.

Soarta a vrut ca fostul angajat al lui Edison, Nikola Tesla, originar din Serbia, să-și întemeieze propria companie și să dezvolte primul motor care funcționa pe bază de curent alternativ (CA). Obiectivele urmărite erau economia, durabilitatea, ușurința operării și siguranța. Dar Tesla nu a fost primul care a făcut publică descoperirea: în martie 1888, inginerul italian Galileo Ferraris a susținut o conferință despre motoarele cu curent alternativ la Academia Regală de Științe din Torino și și-a

publicat concluziile o lună mai târziu. Acest lucru se petrecea cu o lună înaintea conferinței cu același subiect susținută de Tesla la Institutul American al Inginerilor Electroniști. Totuși, Tesla a fost cel care, grație generoasei finanțări a investitorilor americani, a proiectat nu numai motoarele cu inducție pe bază de CA, ci și transformatoarele și sistemul de distribuție cu CA necesare. Cele două brevete fundamentale pentru motorul său polifazic au fost obținute în 1888. Până în 1891, a dobândit alte treizeci și ceva de brevete.

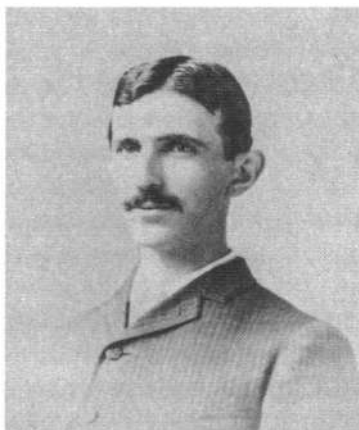


**Ilustrațiile anexate brevetului american al lui Tesla
pentru motorul electric pe bază de CA**

Într-un motor polifazic, fiecare pol electromagnetic din stator (carcasa staționară) are multiple bobine, fiecare dintre ele transportând curenți alternativi egali ca frecvență și

amplitudine, dar care diferă între ei ca fază (într-un motor trifazic, diferă într-o treime din timp).

În iulie 1888, George Westinghouse a achiziționat brevetele lui Tesla pentru CA. Un an mai târziu, Westinghouse Co. a început comercializarea primului microaparat electric din lume: un ventilator alimentat de un motor pe bază de CA, de 125 de wați. Primul brevet al lui Tesla a fost pentru un motor bifazic; gospodăriile moderne folosesc acum cu precădere motoare electrice mici, monofazice, pe bază de CA, iar motoarele trifazice, mai eficiente, sunt frecvent utilizate pentru aplicațiile industriale. Mikhail Osipovich Dolivo-Dobrovolsky, un inginer rus care a lucrat ca electrician-șef pentru firma AEG din Germania, a construit primul motor cu inducție trifazică în 1889.



Nikola Tesla în tinerețe

În zilele noastre, se vând anual aproximativ 12 miliarde de motoare mici, neindustriale, dintre care circa 2 miliarde sunt dispozitive cu CC de dimensiuni reduse (de până la 4 milimetri în diametru), folosite pentru alarmele cu vibrații ale telefoanelor mobile și ale căror cerințe de putere însumează doar o mică fracțiune dintr-un watt. La celălalt capăt al spectrului se află

motoarele între 6,5 și 12,2 megawați, care alimentează trenurile franceze de mare viteză (TGV), pe când cele mai mari motoare staționare utilizate pentru compresoare puternice, ventilatoare și transportoare au capacități de peste 60 de megawați. Această combinație de ubicuitate și intervale de putere demonstrează clar că motoarele electrice sunt, pe bună dreptate, niște furnizori indispensabili de energie pentru civilizația modernă.

Transformatoarele — dispozitivele pasive, tăcute și necunoscute

Mi-au dispăcut dintotdeauna afirmațiile exagerate despre iminentele descoperiri revoluționare științifice și tehnice, cum ar fi fuziunea necostisitoare, călătoriile supersonice ieftine și transformarea altor planete. În schimb, îmi plac dispozitivele simple, care fac mare parte din munca fundamentală a civilizației moderne, în special cele care reușesc asta cu modestie sau chiar în mod invizibil.

Niciun dispozitiv nu se potrivește mai bine acestei descrieri ca un transformator. E posibil ca persoanele care nu sunt ingineri să știe de existența acestor dispozitive, dar să nu aibă nicio idee despre modul cum funcționează și cât de indispensabile sunt pentru viața de zi cu zi.

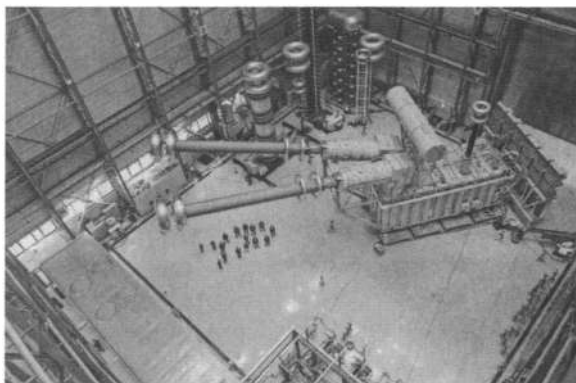
Bazele teoretice au fost puse la începutul anilor 1830, odată cu descoperirea, în mod independent, a electromagnetismului de către Michael Faraday și Joseph Henry. Aceștia au demonstrat că un câmp magnetic în schimbare poate induce un curent cu o tensiune mai ridicată (cunoscut sub numele de „intensificare”) sau una inferioară („descreștere”). Dar a trecut încă o jumătate de secol până ce Lucien Gaulard, John Dixon Gibbs, Charles Brush și Sebastian Ziani de Ferranti au reușit să proiecteze primele prototipuri utile de transformatoare. Apoi, un trio de ingineri maghiari — Ottó Bláthy, Miksa Déri și Károly Zipernowsky — au îmbunătățit designul prin construirea unui transformator toroidal (în formă de gogoasă), pe care l-au expus în 1885.

În anul imediat următor, proiectul a fost îmbunătățit de o echipă de trei ingineri americani, William Stanley, Albert Schmid și Oliver B. Shallenberger, care lucrau pentru George Westinghouse.

Dispozitivul a adoptat în scurtă vreme forma transformatorului clasic Stanley, care a rămas de atunci neschimbată: un nucleu metalic central, alcătuit din laminați subțiri de silicat de fier, o parte în formă de „E” și cealaltă în formă de „I”, pentru a ușura așezarea la locul lor a bobinelor de cupru.

În discursul său din 1912 adresat Institutului American al Inginerilor Electroniști, Stanley s-a arătat mirat pe bună dreptate de modul în care dispozitivul oferă „o soluție atât de completă și de simplă pentru o problemă dificilă. Acesta face de rușine toate tentativele mecanice reglementate. Manevrea cu mare ușurință, siguranță și economie cantitățile imense de energie care îi sunt administrate sau preluate de la el. Este foarte fiabil, puternic și sigur. În acest amestec de fier și cupru, forțe extraordinare sunt atât de frumos echilibrate încât trec aproape neobservate”.

Cea mai mare realizare a acestui dispozitiv durabil face posibilă furnizarea de energie electrică pe distanțe mari. În 2018, Siemens a livrat primul dintre cele șapte transformatoare de 1 100 de kilovolți care vor asigura alimentarea cu electricitate a mai multor provincii chineze, conectate pe o distanță de aproape 3 300 de kilometri la o linie CA de înaltă tensiune.



**Cel mai mare transformator din lume: Siemens,
construit pentru China**

Numărul total al transformatoarelor a depășit cu mult cele mai optimiste speranțe ale lui Stanley, grație avântului cunoscut de dispozitivele electronice portabile, care necesită încărcare. În 2016, doar producția globală de telefoane inteligente a depășit 1,8 miliarde de unități, fiecare dintre ele fiind însoțit de un încărcător care conține un mic transformator. Nu trebuie să dezassemblezi încărcătorul telefonului ca să vezi cum arată inima acestui mărunț dispozitiv: găsești pe internet schema completă a încărcătorului de iPhone, în cadrul căruia transformatorul este componenta cea mai voluminoasă.

Multe încărcătoare conțin însă transformatoare de dimensiuni și mai mici. Acestea nu sunt dispozitive Stanley (adică nu au bobine de sârmă) și utilizează efectul piezoelectric, capacitatea unui cristal tensionat de a produce curent și a curențului de a tensiona sau deforma un cristal. Undele sonore care acționează asupra unui astfel de cristal pot produce curent, iar curentul care străbate cristalul poate produce sunete. Astfel, curentul poate fi utilizat pentru a crea alt curent, cu o tensiune foarte diferită.

Iar cea mai recentă inovație sunt transformatoarele electronice. Acestea au un volum și o masă mult mai reduse prin comparație cu unitățile tradiționale și se vor dovedi extrem de importante pentru integrarea în rețea a surselor alternative de electricitate — eoliană și solară — și pentru activarea micronețurilor electrice CC.

De ce n-ar trebui deocamdată să spunem adio motoarelor diesel

Pe 17 februarie 1897, Moritz Schröter, profesor de inginerie teoretică la Technische Universität din München, a condus testul oficial de omologare a noului motor al lui Rudolf Diesel. Scopul testului era de a verifica eficiența mașinăriei și, în consecință, de a demonstra adecvarea acesteia pentru dezvoltarea comercială.

Motorul de 4,5 tone s-a descurcat de minune: la putere maximă, adică 13,4 kilowați (18 cai-putere, cât o motocicletă mică modernă), eficiența sa netă atingea 26%, fiind mult superioară oricărui motor contemporan pe benzină. Mândru de el, Diesel i-a scris soției sale: „Niciun alt proiect de motor nu a atins performanța motorului meu și, prin urmare, pot afirma cu mândrie că sunt cel dintâi în specialitatea mea“. Ulterior, în acel an, eficiența netă a motorului a ajuns la 30%, ceea ce făcea ca dispozitivul să fie de două ori mai eficient decât motoarele Otto pe benzină ale epocii.

De-a lungul timpului, diferența de performanță s-a redus, dar motoarele diesel de astăzi sunt în continuare cu cel puțin 15-20% mai eficiente decât rivalele lor pe benzină. Motoarele diesel au mai multe avantaje: utilizează combustibil cu o densitate energetică mai mare (acesta conține cu aproape 12% mai multă energie decât un volum de benzină echivalent, permițând astfel unui vehicul să parcurgă o distanță mai mare cu același volum de combustibil); autoaprinderea lor implică rapoarte de compresie de două ori mai mari decât în cazul motoarelor pe benzină (rezultând o combustie mai complexă și un gaz de eșapament mai rece); pot arde combustibil de calitate inferioară și, prin urmare, mai ieftin, iar sistemele electronice de injecție moderne pot pulveriza combustibilul în cilindri la

presiuni ridicate, rezultând o eficiență mai mare și o evacuare mai curată.

No. 608,845.

Patented Aug. 9, 1898

R. DIESEL.
INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(Application filed July 15, 1896.)

(No Model.)

2 Sheets—Sheet 1.

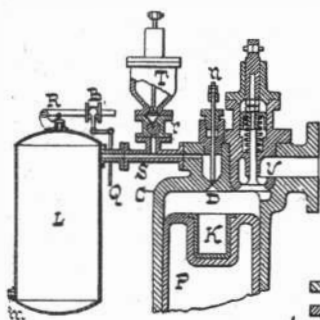
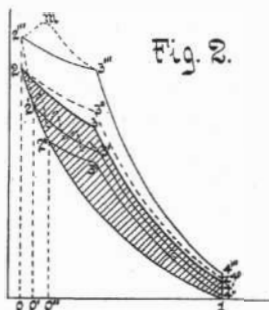
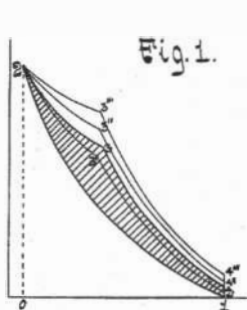


Fig. 3.

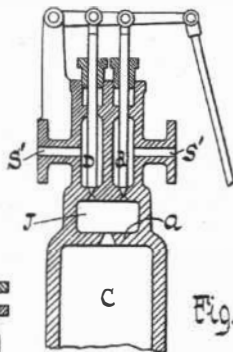


Fig. 5.

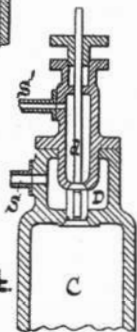


Fig. 4.

WITNESSES:
Geo. W. Thomas
Engene A. Bissler

INVENTOR:
Rudolf Diesel,
BY
Arthur du Pont
ATTORNEY

**Brevetul american al lui Rudolf Diesel pentru
noul motor cu ardere internă**

Însă, din păcate, testul record din 1897 nu a fost urmat rapid de aplicații comerciale. Concluzia lui Diesel, conform căreia crease o „mașinărie extrem de vandabilă” și „ceilalți vor profita automat de valoarea sa”, a fost greșită. Abia în 1911 nava daneză „Selandia” a devenit primul transportor maritim acționat de un motor diesel, iar motorina nu a ajuns să domine navigația decât după Primul Război Mondial. Traficul greu pe calea ferată a fost prima sa cucerire terestră, urmată de transportul rutier greu, vehiculele de teren și utilajele din construcții și agricole. Primul automobil diesel, Mercedes Benz 260 D, a fost fabricat în 1936. Astăzi, în Uniunea Europeană, aproximativ 40% dintre autoturisme sunt diesel, în vreme ce în SUA (unde benzina este mai ieftină) motoarele pe motorină reprezintă doar 3%.

Speranța inițială a lui Rudolf Diesel era ca motoarele mici pe motorină să fie utilizate cu precădere de producătorii mici și independenți, ca vehicule ale descentralizării industriale, însă, după mai bine de 120 de ani, este valabil exact contrariul. Motoarele diesel facilitează, fără discuție, masiva producție industrială centralizată și sunt principalii factori indispensabili ai globalizării. Combustibilii diesel alimentează practic toate navele-container și toți transportatorii angro de vehicule și mărfuri, de la petrol și gaze naturale lichefiate până la minereuri, ciment, îngrășăminte și cereale. Totodată, aceștia alimentează aproape toate camioanele și trenurile de marfă.

Majoritatea bunurilor pe care cititorii acestei cărți le consumă sau le poartă sunt transportate cel puțin o dată — de obicei, de mai multe ori — cu ajutorul mașinilor cu motoare diesel, adesea de pe un continent pe altul: haine din Bangladesh, portocale din Africa de Sud, țiței din Orientul Mijlociu, bauxită din Jamaica, mașini din Japonia, calculatoare din China. Fără costurile de operare reduse, eficiența sporită, fiabilitatea ridicată și durata mare de viață a motoarelor diesel ar fi fost imposibil să se atingă nivelul de globalizare definitiv în prezent pentru economia modernă.

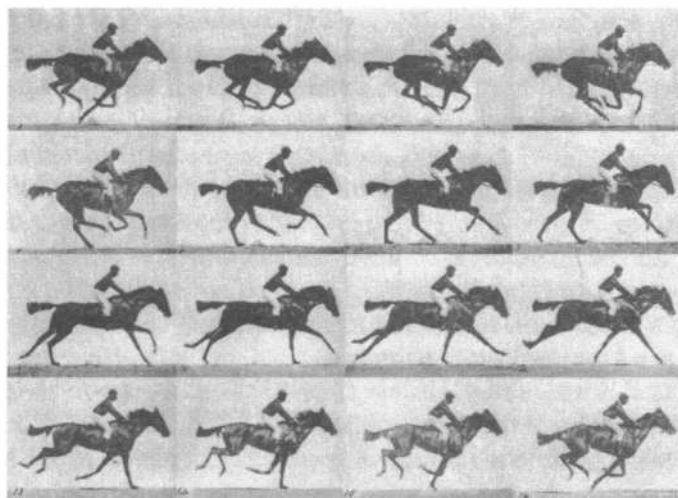
După mai bine de un secol de utilizare, motoarele diesel au evoluat atât în ceea ce privește capacitatea, cât și eficiența. Cele

mai mari utilaje de transport maritim au acum o putere estimată de 81 de megawați (109 000 de cai-putere), iar eficiența lor netă maximă este de peste 50%, mai bună decât cea a turbinelor cu gaz, de circa 40% (vezi „De ce turbinele cu gaz sunt cea mai bună alegere“, p. 135).

Și viața motoarelor diesel este încă una lungă. Nu există alternative viabile, care să permită continuarea integrării economiei globale într-un mod la fel de accesibil, eficient și fiabil ca mașinăria lui Diesel.

Imortalizarea mișcării — de la cai la electroni

Fotograful englez Eadweard Muybridge (1830–1904) a cunoscut celebritatea în America, în 1867, când și-a deplasat studioul mobil în Valea Yosemite și a realizat primele fotografii cu nitrat de argint ale peisajelor sale uimitoare. Cinci ani mai târziu, a fost angajat de Leland Stanford, pe atunci președintele Căii Ferate Centrale a Pacificului, fost guvernator al Californiei și, ulterior, fondator al Universității din Palo Alto, care avea să-i poarte numele. Stanford, care era și crescător de cai, l-a provocat pe Muybridge să rezolve o străveche dispută: dacă toate cele patru picioare ale unui cal se află pe sol atunci când aleargă.



Cal în galop, de Muybridge

Lui Muybridge nu i-a fost ușor să rezolve problema. În 1872, a făcut (și apoi a pierdut) singura imagine a unui cal în alergare, cu toate copitele ridicate. Dar a perseverat și, în cele din urmă, soluția sa a fost să surprindă mișcarea obiectelor cu ajutorul unor camere cu un timp de expunere de doar o miime de secundă.

Concludentul experiment a avut loc pe 19 iunie 1878, la ferma din Palo Alto a lui Stanford. Muybridge a aliniat de-a lungul pistei mai multe camere cu plăci fotografice, declanșate prin fir, și a folosit un fundal alb pentru un contrast bun, copiind apoi imaginile obținute sub forma unei succesiuni de imagini statice (siluete) pe discul unui dispozitiv circular simplu, pe care l-a numit zoopraxiscop și în cadrul căruia o serie de fotografii rotative transmiteau senzația de mișcare.

Sallie Gardner, calul pus la dispoziție de Stanford pentru test, avea în mod evident toate copitele desprinse de la sol în momentul galopului. Dar momentul aerian nu s-a desfășurat așa cum este el înfățișat în tablouri celebre, cel mai cunoscut dintre ele fiind cel al lui Théodore Géricault, *Derby-ul din 1821 de la Epsom*, expus în prezent la Luvru și în care picioarele animalelor sunt extinse mult de lângă corp. În schimb, s-a arătat că picioarele calului se aflau sub corpul acestuia chiar înainte ca animalul să împingă solul cu membrele posterioare.

Această lucrare a condus la adevăratul *magnum opus* al lui Muybridge, pe care l-a pregătit pentru Universitatea din Pennsylvania. Începând din 1883, a început o lungă serie de reprezentare a mișcării animalelor și a oamenilor. Creația sa se baza pe 24 de camere fixate în paralel de-a lungul unei piste de 36 de metri, cu două seturi portabile a câte 12 baterii la fiecare capăt. Traseul avea un fundal marcat, iar animalele sau oamenii activau diafragma rupând niște corzi întinse.

Produsul final a fost o carte cu 781 de ilustrații, publicată în 1887. Acest compendiu înfățișa nu doar animale domestice care alergau (câini și pisici, vaci și porci), ci și un bizon, un cerb, un elefant și un tigr, precum și un struț în fugă și un papagal în zbor. Secvențele cu oameni ilustrau alergări, dar și

ascensiuni, coborâri, ridicări, aruncări, lupte, un copil care mergea de-a bușilea și o femeie care turna o găleată de apă peste o altă femeie.

Cele 1 000 de cadre pe secundă ale lui Muybridge au devenit în scurt timp 10 000. Până în 1940, proiectul patentat al camerei cu oglindă rotativă a crescut ritmul la un milion pe secundă. În 1999, Ahmed Zewail a câștigat Premiul Nobel pentru chimie pentru dezvoltarea unui spectrograf care reușea să surprindă stările de tranziție a reacțiilor chimice pe scara femtosecundelor, adică 10^{-15} secunde sau o milionime dintr-o miliardime de secundă.

În prezent, putem folosi impulsuri laser intense și ultra-rapide pentru a capta evenimente separate între ele de doar câteva attosecunde, adică 10^{-18} secunde. Grație acestei rezoluții temporale putem observa ceea ce a fost ascuns până de curând oricărei încercări experimentale directe: mișcările electronilor la scară atomică.

Se pot da multe exemple pentru a ilustra progresele științifice și ingineresti extraordinare pe care le-am făcut din ultimele decenii ale secolului al XIX-lea încoace și o parte dintre cazurile cele mai impresionante — inclusiv strălucitoarea eficiență a luminii (vezi „De ce lumina solară este în continuare cea mai bună“, p. 152) și aportul și performanța costului ajustat al energiei electrice (vezi „Adevăratul cost al electricității“, p. 161) — sunt detaliate în această carte, însă contrastul dintre descoperirile lui Eadweard Muybridge și Ahmed Zewail este la fel de impresionant ca orice alt progres la care mă pot gândi: de la soluționarea disputei referitoare la poziția aeriană a copitelor unui cal până la observarea mișcării electronilor la scară atomică.

În 1931, la vârsta de 84 de ani, când a murit, Thomas Edison deținea aproape 1 100 de brevete în Statele Unite și peste 2 300 în întreaga lume. De departe, cea mai faimoasă invenție a sa este becul, însă nu lui i se datorează ideea folosirii unui recipient gol de sticlă, nici utilizarea unui filament incandescent. Mult mai importantă a fost concepția lui Edison, în întregime *de novo*, a unui sistem complet de generare, transport și conversie a energiei electrice, pe care l-a pus în funcțiune mai întâi în Londra și apoi în sudul Manhattanului, în 1882.



Thomas Edison, alături de fonograful său

Dar, în privința originalității pure, aproape magice, **nimic** nu se compară cu Brevetul SUA nr. 200 521 al lui Edison, emis pe 19 februarie 1878, pentru prima modalitate de redare a sunetului înregistrat.

Fonograful (un dispozitiv pentru înregistrarea și reproducerea mecanică a sunetului) a fost inspirat de telegraf și telefon. Edison a petrecut ani buni încercând să-l perfecționeze pe primul dintre ele — majoritatea brevetelor sale timpurii erau legate de telegrafie — și a fost intrigat de cel de-al doilea după inventarea sa, în 1876. Edison a obținut primele brevete în domeniul telefoniei în 1878. El a observat că, dacă redai o bandă telegrafică la viteză mare, obțineai niște sunete asemănătoare cuvintelor rostite. Ce avea să se întâmple oare dacă înregistrezi un mesaj telefonic atașând la diafragma receptorului un ac ce perfora o bandă și redai apoi banda astfel obținută? A proiectat un dispozitiv mic, cu un cilindru canelat, acoperit cu folie de aluminiu, capabil să recepționeze și să înregistreze mișcările diafragmei. „Am strigat apoi: «Mary a servit puțină carne de miel» etc.“, avea să-și amintească mai târziu Edison. „Am pregătit dispozitivul de reproducere și mașinăria a redat perfect sunetul. N-am fost în viața mea mai uluit. Toată lumea a fost uluită. Mereu îmi era teamă de lucrurile care funcționau pentru prima dată.“

În scurt timp, a pornit cu fonograful într-un turneu și a ajuns chiar și la Casa Albă. Și-a făcut reclamă numindu-și (în mod nepotrivit) dispozitivul „Realizarea supremă a lui Thomas Edison“, iar dorința inventatorului era ca toate familiile americane să-i cumpere, în cele din urmă, aparatul. I-a perfecționat foarte mult designul la sfârșitul anilor 1880, folosind cilindri acoperiți cu ceară (concepuți inițial de colegii lui Alexander Graham Bell, inventatorul telefonului), un motor electric alimentat cu baterii și comercializându-l pe post de înregistrator de voci de familie și cutie muzicală, precum și ca mașină de dictat și carte audio pentru nevăzători.

Cu toate acestea, vânzările nu au fost niciodată spectaculoase. Cilindrii de ceară, mai ales cei din primele versiuni, erau fragili, greu de fabricat și, prin urmare, scumpi. În 1887, American Graphophone Company obținuse deja brevetul pentru o versiune rivală a dispozitivului, la rândul ei destul de costisitoare (echivalentul a circa 4 000 de dolari în prezent).

În anii 1880, Edison a fost preocupat de introducerea și îmbunătățirea luminilor electrice și de inventarea și proiectarea sistemelor de generare și transmisie. Dar, în 1898, a început să vândă Edison Standard Phonograph pentru 20 de dolari, aproximativ 540 de dolari în banii de astăzi. Un an mai târziu a apărut un model ieftin, Gem, comercializat la doar 7,50 dolari (Sears, Roebuck & Co. vindeau un pat de fier pentru aproximativ aceeași sumă). Dar, până în 1912, când Edison a ajuns să producă în masă cilindri de celuloid incasabili, discurile de șelac pentru gramofon (brevetate pentru prima dată de Emile Berliner, în 1887) au preluat controlul.

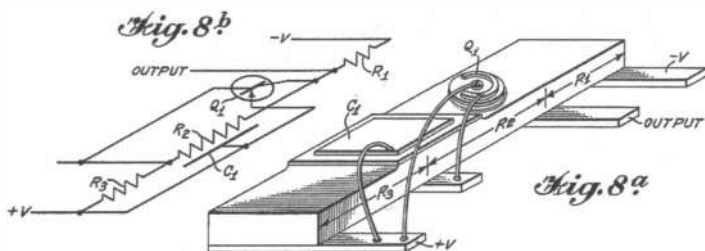
Lui Edison i-a venit mereu greu să se despartă de primele sale invenții. Ultimii cilindri de fonograf au fost fabricați în octombrie 1929. Discurile plate cu canelură spiralată, utilizate pentru gramofon, au dominat aproape tot restul secolului XX, până au fost înlocuite, într-o succesiune rapidă, de noi modalități de înregistrare a sunetului. Vânzările de LP-uri din SUA au atins apogeul în 1978, casetele compacte au reușit asta un deceniu mai târziu, iar CD-urile — introduse în 1984 — au ajuns în vârf în 1999. După doar șapte ani, vânzările s-au redus la jumătate și au fost acum depășite de descărcările de muzică, inclusiv de *streaming*-ul wireless gratuit. Oare ce părere ar fi avut Edison despre aceste metode dematerializate de reproducere a sunetului?

În 1958, la 11 ani după ce Laboratoarele Bell au reinventat tranzistorul, a devenit clar că semiconductorii vor reuși să cucerească piața electronică numai dacă dimensiunile lor vor fi reduse masiv. Prin lipirea manuală a componentelor separate în cadrul circuitelor, nu s-au reușit prea multe progrese, dar, așa cum se întâmplă de multe ori, soluția a picat tocmai la țanc.

În iulie 1958, Jack S. Kilby de la Texas Instruments a venit cu ideea construirii unui monolit. În cererea depusă pentru brevetul de invenție, l-a descris ca pe „un nou circuit electronic miniaturizat, fabricat dintr-un corp de material semiconductor, conținând o joncțiune difuzată $p-n$ și în care toate componentele circuitului electronic sunt complet integrate în corpul materialului semiconductor”. Și Kilby a subliniat că „nu există nicio limită în ceea ce privește complexitatea sau configurația circuitelor care pot fi realizate în acest mod”.

Ideea era ideală, dar punerea sa în practică — așa cum era descrisă de Kilby în cererea pentru brevetul de invenție din februarie 1959 — nu putea fi realizată, deoarece conexiunile din sârmă se ridicau ca un arc deasupra suprafeței plăcii, împiedicând construirea unei componente plane. Kilby știa că nu va funcționa și de aceea a adăugat o notă despre alte modalități de conexiune. De exemplu, s-a referit la aurul depus pe stratul subțire de oxid de siliciu de pe suprafața plăcii.

Fără știrea lui, în ianuarie 1959, Robert Noyce, pe atunci director de cercetare la Fairchild Semiconductor Corporation, avea să schițeze în carnetul său de laborator o versiune îmbunătățită a aceleiași idei. „Ar fi de dorit să realizăm mai multe dispozitive pe o singură bucată de siliciu, pentru a putea face interconexiuni între mai multe dispozitive ca parte



Circuit integrat: brevetul cu „fire zburătoare” al lui Kilby

a procesului de fabricație, reducând astfel dimensiunea, greutatea etc., precum și costul individual al elementelor active”, scria Noyce. În plus, desenul care însoțea cererea pentru brevet al lui Noyce, din iulie 1959, nu conținea fire zburătoare; în schimb, reprezenta în mod clar un tranzistor planar și „interlinii sub forma unor benzi metalice depuse în vid sau formate în alt mod, care se extind și aderă la stratul de oxid izolant, pentru realizarea conexiunilor electrice către și între diferite regiuni ale corpului semiconductorului, fără scurtcircuitarea joncțiunilor”.

Noyce a obținut brevetul în aprilie 1961; Kilby, în iulie 1964. Litigiul a ajuns până la Curtea Supremă, care a refuzat în 1970 să audieze cazul, confirmând hotărârea unei instanțe inferioare, care i-a dat întâietate lui Noyce. Decizia nu a avut niciun impact practic, fiindcă, în 1966, cele două companii au hotărât să-și partajeze licențele de producție, iar originea circuitului integrat a devenit un alt exemplu remarcabil de invenție dezvoltată independent și simultan. Ideea conceptuală de bază era identică; ambii inventatori au primit Medalia Națională pentru Știință și au fost incluși în Galeria de Onoare a Inventatorilor Naționali. Noyce a trăit doar 62 de ani, dar Kilby a avut o viață mai lungă și, în 2000, la 77 de ani, cu cinci ani înainte să moară, a primit Premiul Nobel pentru Fizică.

Texas Instruments și-a numit noile modele „Elemente micrologice”. Compania a fost desemnată să se ocupe de controlarea

rachetelor balistice intercontinentale și să sprijine aselenizarea cu echipaj uman.

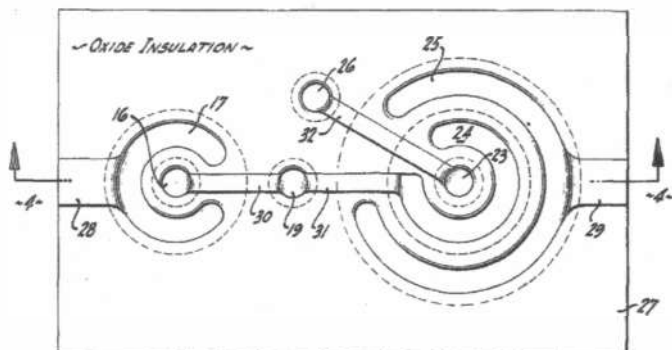


FIG. 3

Circuit integrat: modelul planar al lui Noyce

Progresul lor ulterior, surprins de încă solida lege a lui Moore (vezi „Blestemul lui Moore: de ce progresul tehnic va lua mai mult timp decât crezi“, p. 123), a fost una dintre evoluțiile definitorii ale epocii noastre. Până în 1971, circuitele integrate de bază se dezvoltaseră sub forma unor microprocesoare simple, cu mii de componente, avansând apoi către modelele care au dus la ieftinirea calculatoarelor personale, începând de la jumătatea anilor 1980. Până în 2003, numărul total de componente a depășit 100 de milioane de tranzistoare, iar în 2015 a ajuns la 10 miliarde. Această cifră reprezintă o creștere agregată de opt ordine de mărime față de anul 1965, adică o medie de 37% pe an, numărul componentelor din anumite domenii dublându-se o dată la fiecare doi ani. Asta înseamnă că, prin comparație cu randamentul din ultimul timp, pentru obținerea unei performanțe echivalente la mijlocul anilor 1960, ar fi fost nevoie de componente de 100 de milioane de ori mai mari. După cum spunea celebrul fizician Richard Feynman, există loc suficient la bază.

Blestemul lui Moore: de ce progresul tehnic va lua mai mult timp decât crezi

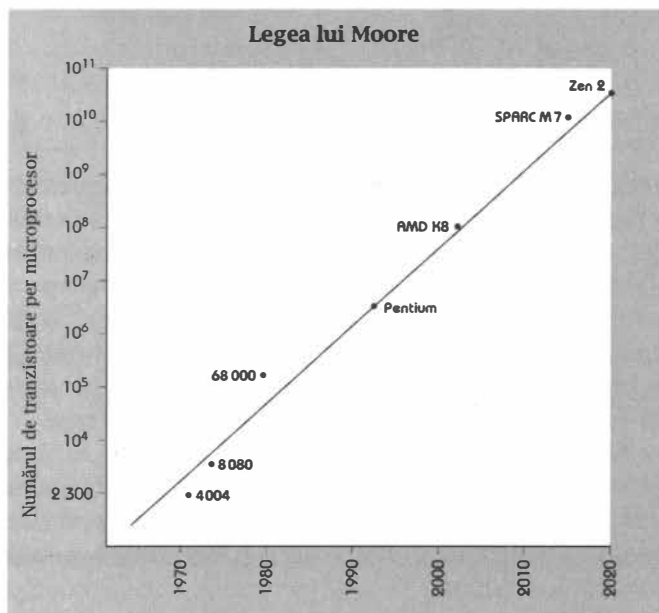
În 1965, Gordon Moore — la acea vreme, director de cercetare și dezvoltare al Fairchild Semiconductor — remarcă faptul că „anual, complexitatea costurilor minime ale componentelor a crescut cu un factor aproape egal cu doi... Cu siguranță, pe termen scurt, este de așteptat ca această rată să continue, ba chiar să crească“. Pe termen lung, rata de dublare a fost calculată să se producă o dată la doi ani, rezultând un ritm de creștere exponențială de 35% pe an. Aceasta este Legea lui Moore.

Pe măsură ce componentele au devenit tot mai mici, mai dense, mai rapide și mai ieftine, puterea lor a crescut și costurile multor produse și servicii s-au redus, în special în cazul calculatoarelor și telefoanelor mobile. Rezultatul a fost o revoluție în domeniul electronicii.

Dar această revoluție a fost o binecuvântare și, totodată, un blestem, deoarece, fără să vrea, a crescut așteptările pe care le avem de la evoluția tehnică. Ni se dau asigurări că progresul rapid va duce în curând la apariția automobilelor electrice care se conduc singure, la descoperirea unor leacuri individuale pentru cancer sau la imprimarea 3D pe loc a inimii sau rinichilor. Ni se spune chiar că progresul va deschide calea pentru tranziția lumii de la combustibilii fosili la energiile regenerabile.

Dar dublarea densității tranzistoarelor o dată la doi ani nu este un ghid util pentru progresul tehnic în general. Existența modernă depinde de numeroase procese cu perfecționare lentă, printre care, deloc de neglijat, producția de alimente și energie și transportul de persoane și mărfuri, iar acest ritm redus este predominant nu doar pentru progresele anterioare anilor 1950,

ci și pentru inovațiile și îmbunătățirile care coincid cu dezvoltarea tranzistoarelor (prima lor aplicație comercială a fost pentru aparatele auditive, în 1952).



Porumbul, principală cultură agricolă a Statelor Unite, a înregistrat, începând din 1950, o creștere medie a producției cu 2% pe an. Recolta de orez, cea mai importantă pentru China, a crescut cu doar 1,6% în ultimii 50 de ani. Eficiența cu care turbo-generatorele cu aburi convertesc puterea termică în electricitate a crescut în secolul XX cu aproximativ 1,5% pe an; pe de altă parte, dacă facem comparația între turbo-generatorele cu aburi de la 1900 și centralele electrice cu ciclu combinat din anii 2000 (care combină turbinele cu gaz și cazanele cu aburi), rata anuală crește la 1,8%. Progresele în materie de iluminat au fost mai impresionante decât în orice alt sector al conversiei energiei electrice, dar, între 1881 și 2014, eficacitatea luminoasă

(lumeni per watt) a crescut cu doar 2,6% pe an pentru iluminatul de interior și cu 3,1% pentru iluminatul exterior (vezi „De ce lumina solară este în continuare cea mai bună“, p. 152).

Din 1900 până în 1958, viteza călătoriilor intercontinentale a crescut de la aproximativ 35 de kilometri pe oră pentru navele maritime mari la 885 km/h pentru un Boeing 707, o creștere medie de 5,6% pe an. Dar, de atunci, viteza avioanelor a rămas, în esență, constantă: un Boeing 787 călătorește cu o viteză cu doar câteva procente mai mare decât un 707. Între 1973 și 2014, eficiența conversiei combustibilului autovehiculelor din SUA (chiar dacă excludem monstruoasele SUV-uri și camionete) a crescut cu o rată anuală de doar 2,5%, de la 13,5 la 37 de mile pentru un galon (adică de la 17,4 la 6,4 litri la 100 de kilometri). Și, în fine, costul energetic al oțelului (cocs, gaze naturale și electricitate), metalul esențial pentru civilizația noastră, a fost redus, între 1950 și 2010, de la aproximativ 50 de gigajouli pe tonă la mai puțin de 20, adică o rată anuală de circa 1,7% pe an.

Principiile energetice, materiale și de transport fundamentale, care permit funcționarea civilizației moderne și care delimitează sfera sa de acțiune, se îmbunătățesc constant, dar lent. Câștigurile de performanță variază între 1,5% și 3% pe an, la fel și scăderea costurilor.

Astfel, în afara universului dominat de microcipuri, inovația pur și simplu nu respectă Legea lui Moore, avansând în ritmuri inferioare unui ordin de mărime.

Progresul informațiilor: prea multe, prea rapid

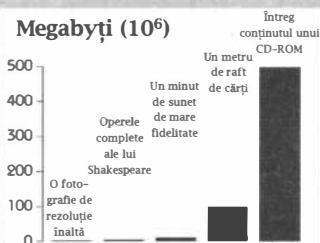
Pe vremuri, informațiile erau depozitate doar în creierul uman, iar barzii din vechime puteau petrece ore întregi rememorând povești despre bătălii și cuceriri. Apoi, a fost inventată stocarea externă a datelor.

Sigiliile cilindrice și tăblițele mici de lut inventate în Sumer, în sudul Mesopotamiei, în urmă cu aproape 5 000 de ani, conțineau adesea doar câteva caractere cuneiforme în acea limbă străveche, echivalând cu câteva sute (10^2) de byți. *Orestia*, trilogia grecească scrisă de Eschil în secolul al V-lea î.Hr., însumează circa 300 000 (10^5) de byți. Unii senatori bogați din Roma imperială aveau biblioteci care adăposteau sute de suluri, colecțiile mari totalizând în jur de 100 de megabyți (10^8 byți).

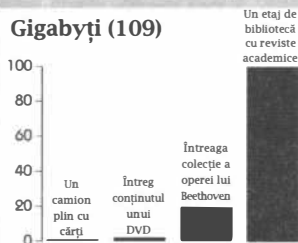
O schimbare radicală s-a produs odată cu inventarea de către Johannes Gutenberg a presei tipografice cu caractere mobile. Până în 1500, la mai puțin de jumătate de secol de la introducerea sa, tipografiile europene au lansat peste 11 000 de noi ediții de carte. Această creștere extraordinară a fost susținută de progresele înregistrate de alte forme de păstrare a informației. Mai întâi au apărut partiturile muzicale, ilustrațiile și hărțile gravate și xilografiate. Apoi, în secolul al XIX-lea, fotografiile, înregistrările sonore și filmele. Noile moduri de stocare a informației apărute în secolul XX au inclus benzile magnetice și discurile de vinil, iar, începând din anii 1960, computerele au extins aria de digitalizare, îmbunătățind imagistica medicală (o mamografie digitală are doar 50 de megabyți), filmele animate (2–3 gigabyți), transferurile financiare intercontinentale și, în cele din urmă, trimiterea prin e-mail în masă a mesajelor spam (peste 100 de milioane de mesaje trimise în fiecare minut). Informațiile stocate

digital au depășit rapid toate materialele tipărite. Toate piesele de teatru și poeziile lui Shakespeare însumează 5 megabyți, cât o fotografie de rezoluție înaltă, 30 de secunde de sunet de mare fidelitate sau 8 secunde de *streaming* video HD.

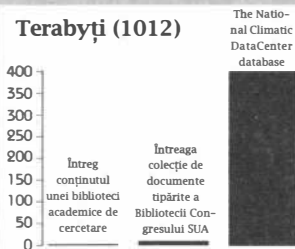
Megabyți (10^6)



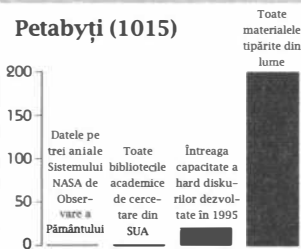
Gigabyți (10^9)



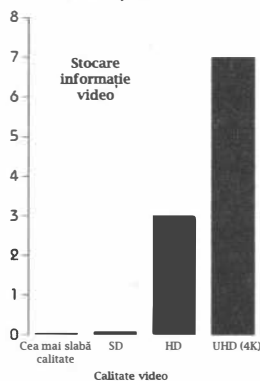
Terabyți (10^{12})



Petabyți (10^{15})



Gigabyți pe oră



Materialele tipărite au ajuns astfel să reprezinte o componentă marginală în stocarea globală a informațiilor. Până în anul 2000, toate cărțile din Biblioteca Congresului însumau mai mult de 10^{13} byți (peste 10 terabyți), dar această cifră însemna mai puțin de un procent din totalul colecțiilor (10^{15} byți sau aproximativ 3 petabyți), dacă adăugăm toate fotografiile, hărțile, filmele și înregistrările audio.

Iar în secolul XXI informațiile sunt generate cu o viteză tot mai mare. Potrivit celei mai recente estimări referitoare la cantitatea de informații generate într-un minut, în 2018, Domo, un serviciu *cloud*, a numărat peste 97 000 de ore de film transmise prin *streaming* către utilizatorii Netflix, aproape 4,5 milioane de videoclipuri vizionate pe YouTube, puțin peste 18 milioane de solicitări de prognoză pe Weather Channel și mai bine de 3 cvadrilioane de byți (3,1 petabyți) de altfel de date pe internet, și asta doar în Statele Unite. Până în 2016, rata anuală globală de creare a informațiilor a depășit 16 zettabyți (1 ZB are 10^{21} byți), iar până în 2025 se estimează că va crește cu încă un ordin de mărime, adică va însuma aproape 160 de zettabyți (10^{23} byți). Tot potrivit Domo, în 2020, o dată la fiecare secundă, au fost generați 1,7 megabyți de date pentru fiecare dintre cei aproape 8 miliarde de locuitori ai lumii.

Aceste valori conduc spre câteva întrebări evidente. Doar o fracțiune din fluxul de date poate fi depozitată, dar care să fie aceasta? Problemele stocării sunt evidente chiar și dacă păstrăm mai puțin de 1% din flux. Iar după ce ne lămurim ce cantitate să depozităm, trebuie să ne întrebăm pentru cât timp ar trebui păstrate datele. Nicio informație nu trebuie păstrată pentru totdeauna, dar care este intervalul optim?

„Yotta“ ($Y = 10^{24}$ sau un trilion de trilioane) este cel mai mare prefix din sistemul internațional de unități (în care o mie este $k = 10^3$ și un milion este $M = 10^6$). Vom atinge această cantitate de byți într-un deceniu și ne va fi din ce în ce mai dificil s-o evaluăm, chiar dacă delegăm aceste sarcini unor mașinării. Și, odată ce vom crea anual peste 50 de trilioane de byți de date pe cap de locuitor, va mai exista oare vreo șansă realistă de a

le folosi efectiv? La urma urmei, există o diferență fundamentală între datele acumulate, informațiile utile și cunoașterea profundă.

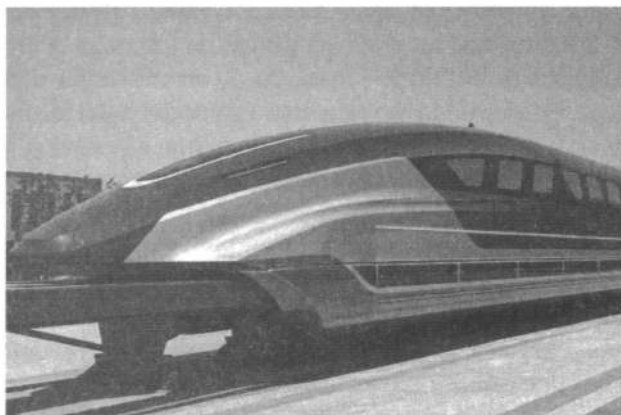
Societățile moderne sunt obsedate de inovație. La sfârșitul anului 2019, o căutare pe Google pentru cuvântul *inovație* oferea 3,21 de miliarde de răspunsuri, depășind de departe termenii *terorism* (481 de milioane), *creștere economică* (aproximativ un miliard) și *încălzire globală* (385 de milioane). Am ajuns să credem că inovația va deschide toate ușile cu puțință: către o speranță de viață de peste 100 de ani, către fuziunea dintre conștiința umană și cea a roboților, către energia solară gratuită.

Aceste îngenunchieri lipsite de spirit critic în fața altarului inovației sunt eronate din două puncte de vedere: ignoră mărețele și esențialele încercări care au eșuat după ce au cheltuit sume uriașe pentru cercetare și nu ne lămuresc deloc de ce preferăm atât de des să rămânem fideli unei practici inferioare, chiar dacă știm că există un mod de acțiune superior.

Reactorul cu regenerare rapidă, numit așa pentru că produce mai mult combustibil nuclear decât consumă, este unul dintre cele mai remarcabile, mai îndelungate și mai costisitoare eșecuri. În 1974, General Electric prezicea că, până în 2000, aproximativ 90% din energia electrică a Statelor Unite va proveni de la un reactor regenerativ. GE nu a făcut altceva decât să exprime o speranță larg răspândită: în anii 1970, guvernele Franței, Japoniei, Uniunii Sovietice, Marii Britanii și Statelor Unite au investit masiv în dezvoltarea reactoarelor regenerative. Dar costurile ridicate, problemele tehnice și cele ecologice au condus la închiderea programelor britanice, franceze, japoneze, americane (și, totodată, a celor de dimensiuni mai mici ale Germaniei și Italiei), în timp ce China, India, Japonia și Rusia mențin încă în funcțiune reactoarele experimentale. Deși, per ansamblu, lumea a consumat peste 100 de miliarde de dolari în banii

de astăzi și șase decenii de eforturi, nu a fost obținut niciun beneficiu comercial real.

Printre alte inovații majore care nu beneficiază încă de o aplicație comercială se numără automobilele alimentate cu hidrogen (cu celulă de combustie), trenurile cu levitație magnetică (maglev) și energia termonucleară. Ultima este, probabil, cel mai notoriu exemplu de inovație veșnic amânată.



Prototipul unui tren maglev prezentat în 2019 de China Railway Rolling Stock Corporation

A doua categorie de inovații eșuate — lucruri pe care continuăm să le facem chiar dacă știm că n-ar trebui — variază de la practicile cotidiene la conceptele teoretice.

Două exemple deranjante sunt ora de vară și procesul de îmbarcare în avioane. De ce continuăm să schimbăm „ora de vară/iarnă” de două ori pe an (sub pretextul economisirii energiei), când știm că nu se produce literalmente niciun fel de economie? Iar îmbarcarea pentru zborurile comerciale durează acum mai mult decât în anii 1970, în ciuda faptului că avem la dispoziție o sumedenie de metode mai rapide decât cele ineficiente utilizate în prezent. De exemplu, am putea dispune oamenii

într-o piramidă inversă, imbarcându-i alternativ prin spatele și fața avionului (împrăștiindu-i pentru a reduce la minimum blocajele) sau eliminând, pur și simplu, alocarea de locuri.

Și de ce cuantificăm progresul economiilor pe baza produsului intern brut? PIB-ul nu reprezintă decât valoarea anuală totală a bunurilor și serviciilor tranzacționate într-o anumită țară. Acesta crește nu doar atunci când se îmbunătățește viața cetățenilor, ci și atunci când oamenii sau mediul înconjurător au de suferit. Sporirea vânzărilor de alcool, șofatul în stare de ebrietate, numărul mai mare de accidente, de internări la urgențe, de vătămări, de deținuți — toate duc la creșterea PIB-ului. Mai multe tăieri ilegale la tropice, mai multe defrișări și declinul biodiversității duc la creșterea PIB-ului. Știm că există și soluții mai bune, dar continuăm să venerăm creșterea anuală a PIB-ului, indiferent cum a fost obținută.

Mintea umană are multe preferințe iraționale: ne place să medităm la inovații nebunești și nemaiauzite, dar nu ne oboșim să rezolvăm alte probleme, mai obișnuite, folosindu-ne de inovațiile practice care așteaptă să fie implementate. Cum ar fi dacă am perfecționa procesul de imbarcare în avioane înainte să visăm la trenuri care circulă în vid și la viața eternă?

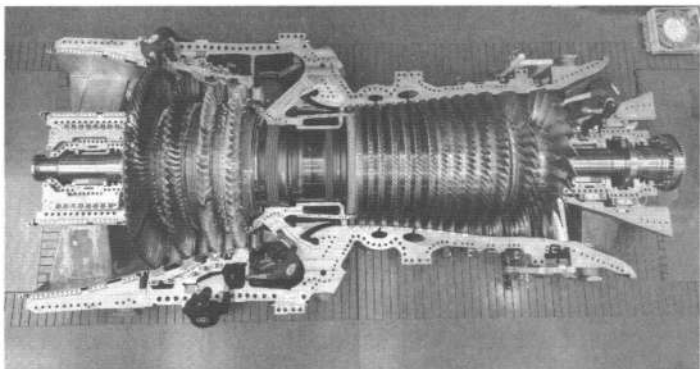
**Combustibili și electricitate.
Energie pentru societățile
noastre**

De ce turbinele cu gaz sunt cea mai bună alegere

În 1939, prima turbină industrială cu gaz din lume a început să genereze energie electrică într-o centrală municipală din Neuchâtel, Elveția. Dispozitivul, instalat de Brown Boveri, elimina gazele de evacuare fără să se folosească de temperatura lor, iar compresorul turbinei consuma aproape trei sferturi din puterea generată. Astfel, eficacitatea rezultată era de doar 17%, adică aproximativ 4 megawați.

Tulburările provocate de al Doilea Război Mondial și dificultățile economice care au urmat au făcut ca turbina din Neuchâtel să fie o excepție de pionierat până în 1949, când Westinghouse și General Electric au introdus primele lor modele cu putere limitată. Nu s-a grăbit nimeni să le instaleze, întrucât piața era dominată de centralele mari pe cărbune, care generau cea mai ieftină energie electrică. Până în 1960, cea mai puternică turbină cu gaz atingea 20 de megawați, în continuare cu un ordin de mărime mai mic decât puterea majorității turbo-generatorelor cu aburi.

În noiembrie 1965, uriașa pană de curent din nord-estul Statelor Unite i-a făcut pe mulți să se răzgândească: turbinele cu gaz puteau atinge capacitatea maximă de funcționare în doar câteva minute. Dar creșterea prețurilor la petrol și gaze și scăderea cererii pentru electricitate au împiedicat o extindere rapidă a noii tehnologii. Schimbarea s-a produs abia spre sfârșitul anilor 1980; până în 1990, turbinele cu gaz, cu o putere, fiabilitate și eficiență în creștere, ocupau aproape o jumătate din capacitatea nou instalată de producere a energiei electrice din SUA.



Interiorul unei turbine cu gaz de mari dimensiuni

Însă chiar și randamentele mai mari de 40% produc gaze de eșapament de aproximativ 600° C, suficient de fierbinți pentru a genera aburi într-o turbină atașată. Acest tandem între o turbină pe gaz și o turbină cu aburi — turbină de gaz cu ciclu combinat (TGCC) — a fost dezvoltat pentru prima dată la sfârșitul anilor 1960, iar cele mai eficiente TGCC ating acum randamente de 60%. Niciun alt motor nu este mai rentabil de atât.

În prezent, Siemens oferă o TGCC de uz utilitar evaluată la 593 de megawați, de aproape 40 de ori mai puternică decât dispozitivul din Neuchâtel și care funcționează cu o eficiență de 63%. Turbina cu gaz 9HA de la General Electric furnizează 571 de megawați când funcționează independent (generează un ciclu simplu) și 661 de megawați (63,5% eficiență) atunci când este cuplată la o turbină cu aburi (TGCC).

Turbinele cu gaz sunt ideale în privința puterii maxime pe care o furnizează și reprezintă cele mai bune soluții de rezervă pentru generarea intermitentă de energie eoliană și solară. În prezent, în Statele Unite, ele sunt de departe cea mai accesibilă soluție pentru capacitățile noi de generare. În cazul celor care vor intra în funcțiune în 2023, costul egalizat al electricității (un indicator al costului unui proiect energetic pe toată durata funcționării sale) este estimat la aproximativ 60 de dolari pe

megawatt-oră pentru turbogeneratoarele care folosesc aburii rezultați din arderea cărbunilor și cu captare parțială a carbonului, la 48 de dolari/pe megawatt-oră pentru panourile solare fotovoltaice și la 40 de dolari/pe megawatt-oră pentru energia eoliană terestră, în vreme ce pentru turbinele cu gaz convenționale costul este de 30 de dolari/pe megawatt-oră și mai puțin de 10 de dolari/pe megawatt-oră pentru TGCC.

Totodată, turbinele cu gaz sunt folosite la nivel mondial pentru producția combinată de energie electrică și căldură. Aburul și apa caldă sunt necesare în multe industrii și sunt utilizate pentru a alimenta cu energie sistemele de încălzire centrală, care sunt frecvent întâlnite în multe orașe mari din Europa. Aceste turbine sunt utilizate chiar și pentru încălzirea și iluminarea vastelor sere olandeze, care profită, de asemenea, de dioxidul de carbon generat, accelerând creșterea legumelor. Turbinele cu gaz pun în funcțiune și compresoarele multor întreprinderi industriale și din stațiile de pompare prin conducte de mare distanță.

Verdictul este clar: niciun alt dispozitiv cu combustie nu combină atât de multe avantaje precum turbinele moderne cu gaz. Sunt compacte, ușor de transportat, de instalat, relativ silențioase, accesibile și eficiente, oferă un randament aproape imediat și pot funcționa fără răcire cu apă. Toate aceste avantaje le fac să fie de neegalat, atât în privința energiei mecanice, cât și a căldurii.

Dar longevitatea lor? Turbina din Neuchâtel a fost scoasă din uz în 2002, după 63 de ani de funcționare — nu din cauza vreunei defecțiuni a mașinii, ci a unui generator deteriorat.

Energia nucleară — o promisiune neîndeplinită

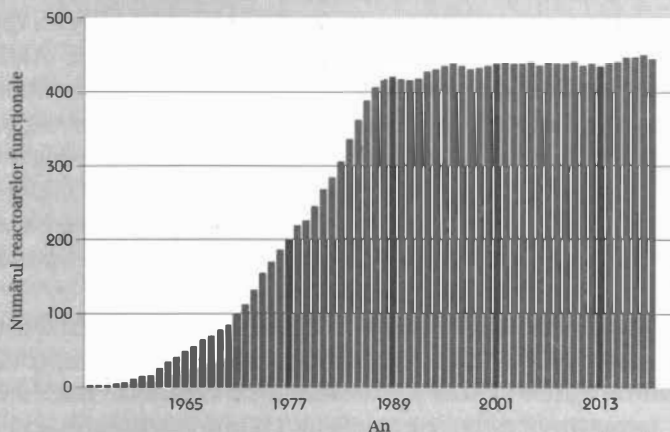
Epoca producerii de energie electrică atomică a început pe 17 octombrie 1956, când regina Elisabeta a II-a a pus în funcțiune Calder Hall, pe coasta de nord-vest a Angliei. Șaizeci de ani reprezintă un interval suficient de lung încât să putem evalua tehnologia, dar eu tot nu sunt în stare să-mi îmbunătățesc verdictul din urmă cu un deceniu: un „eșec reușit“.

Partea de succes este bine documentată. După un început lent, construirea de reactoare a început să crească spre sfârșitul anilor 1960 și, în 1977, peste 10% din energia electrică a Statelor Unite era obținută prin fisiune, ajungând în 1991 la 20%. Tehnologia a avut o pătrundere pe piață mai rapidă decât cea a panourilor fotovoltaice și a turbinelor eoliene, care a debutat în anii 1990.

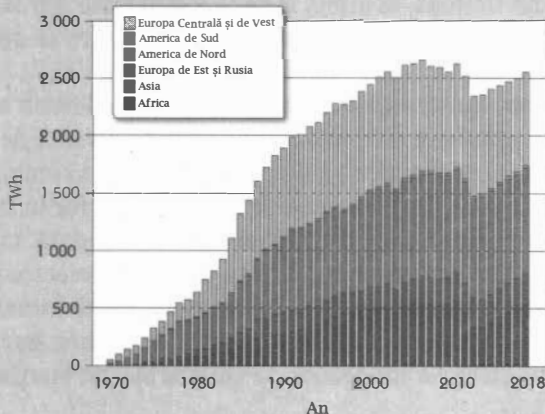
La sfârșitul anului 2019, în lume existau 449 de reactoare funcționale (și 53 în construcție), multe dintre ele cu factori de capacitate* de peste 90%. Factorii reprezintă cota producției potențiale a reactoarelor, calculată în medie, pe tot parcursul anului. Reactoarele au produs de două ori mai multă electricitate decât celulele fotovoltaice și turbinele eoliene la un loc. În 2018, energia nucleară a furnizat cea mai mare cotă de energie electrică în Franța (aproximativ 72%), 50% în Ungaria, reactoarele elvețiene au contribuit cu 38%, în Coreea de Sud procentul a fost de 24%, în timp ce în SUA a fost sub 20%.

* Raportul dintre producția reală de energie și cantitatea care ar fi putut să fie obținută dacă reactorul ar fi funcționat continuu la nivelul maxim. (n. tr.)

Numărul reactoarelor nucleare funcționale



Producția nucleară de electricitate



„Eșecul” se datorează înșelării așteptărilor. Afirmatia că electricitatea nucleară este „prea ieftină ca să fie contorizată” nu este una apocrifă: ea aparține lui Lewis L. Strauss, președinte al Comisiei pentru Energie Atomică a Statelor Unite, care a declarat acest lucru în fața Asociației Naționale a Scriitorilor de Știință,

la New York, în septembrie 1954. Și afirmațiile îndrăznețe aveau să continue. În 1971, Glenn Seaborg, laureat Nobel și președinte în acea vreme al Comisiei pentru Energie Atomică, a prezis că, până în 2000, reactoarele nucleare vor genera aproape toată energia electrică a lumii. Seaborg și-a imaginat existența unor uriașe „nuplexe” de coastă, care să desalinizeze apa de mare, sateliți geostaționari acționați de reactoare nucleare pentru transmisiunile TV, petroliere cu propulsie nucleară și explozivi nucleari care să modifice cursul râurilor și să dezgroape orașe subterane. Între timp, propulsia nucleară îi va transporta pe oameni pe Marte.

Dar proiectul de generare a energiei electrice prin fisiune a fost oprit în anii 1980, întrucât cererea de energie electrică în țările bogate a scăzut și problemele cu centralele nucleare s-au înmulțit. În plus, trei avarii au stârnit îngrijorare: accidente de la Three Mile Island din Pennsylvania, în 1979, de la Cernobîl din Ucraina, în 1986, și de la Fukushima din Japonia, în 2011, au oferit motive suplimentare celor care se opun cu orice chip fisiunii.

Între timp, construcția centralelor nucleare a devenit tot mai scumpă și avem de-a face cu o incapacitate frustrantă de a găsi o modalitate acceptabilă de stocare permanentă a combustibilului nuclear uzat (în prezent, este stocat temporar în containere, în amplasamentul centralei electrice). Totodată, nu s-au făcut prea mari progrese în privința trecerii la reactoare mai sigure și mai puțin costisitoare decât modelele dominante de reactoare cu apă sub presiune, care sunt, în esență, bazate pe versiunile eșuate ale modelelor de submarine ale Marinei SUA din anii 1950.

Prin urmare, publicul occidental este în continuare sceptic, companiile producătoare de energie electrică sunt prudente, Germania și Suedia sunt pe cale să închidă această întreagă industrie și chiar Franța intenționează să-i diminueze capacitatea. Reactoarele care sunt acum în construcție la nivel mondial nu vor putea suplini capacitatea care se va pierde odată cu scoaterea din funcțiune în următorii ani a reactoarelor învechite.

Singurele economii de top care au planuri majore de expansiune sunt cele din Asia, în fruntea lor situându-se China și India, dar nici ele nu pot face prea multe pentru a inversa reducerea ponderii pe care energia nucleară o are în raport cu producția de electricitate la nivel mondial. Această pondere a atins nivelul maxim, de aproape 18% în 1996, a scăzut la 10% în 2018 și, potrivit Agenției Internaționale pentru Energie, va ajunge la 12% până în 2040.

Sunt multe lucruri pe care le-am putea face pentru a genera o pondere semnificativă de electricitate obținută prin fisiunea nucleară și a limita astfel emisiile de carbon — mai presus de toate, am putea folosi modele îmbunătățite de reactoare și am putea acționa cu hotărâre în privința depozitării deșeurilor. Dar, pentru asta, avem nevoie de o analiză imparțială a faptelor și o abordare cu adevărat pe termen lung a politicii energetice globale. Iar eu nu văd niciun semn real în niciuna dintre direcții.

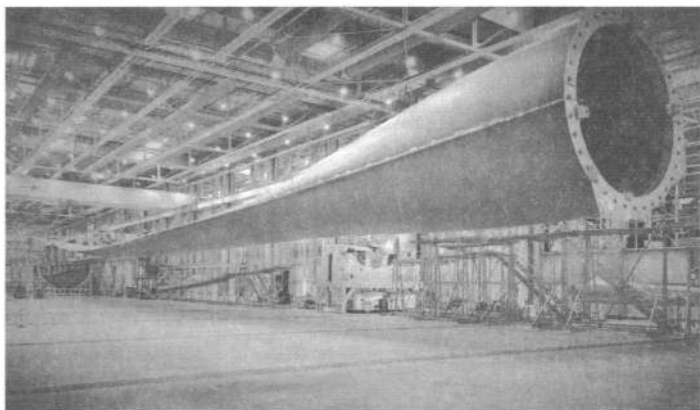
De ce avem nevoie de combustibili fosili pentru a obține electricitate

Turbinele eoliene sunt cele mai vizibile simboluri ale încercării de a descoperi o variantă de energie electrică regenerabilă. Cu toate acestea, deși exploatează vântul, care este o sursă complet gratuită și ecologică, dispozitivele în sine sunt o întrupare pură a combustibililor fosili.

Camioanele mari aduc oțel și alte materii prime la fața locului, buldozerele care mută pământul din loc croiesc drum pe terenuri înalte, altfel inaccesibile, macaralele uriașe înalță structurile — și toate aceste mașinării consumă combustibil diesel. La fel și trenurile și navele de marfă care transportă materialele necesare producției de ciment, oțel și materiale plastice. Pentru o turbină de 5 megawați, doar oțelul folosit pentru fundațiile din beton armat cântărește, în medie, 150 de tone, butucii rotoarelor și nacelele (care găzduiesc cutia de viteze și generatorul), alte 250 de tone, iar turnurile, 500 de tone.

Dacă energia electrică eoliană ar furniza 25% din cererea globală până în 2030, atunci, chiar și la un factor de capacitate cu o medie ridicată, de 35%, pentru cei 2,5 de terawați ai puterii eoliene a agregatului instalat ar fi nevoie de aproximativ 450 de milioane de tone de oțel. Și asta fără a lua în calcul metalul pentru turnurile, cablurile și transformatoarele noilor legături de transmisie de înaltă tensiune necesare conectării ansamblului la rețea.

Pentru producția de oțel e nevoie de o cantitate foarte mare de energie. Minereul de fier sinterizat sau peletat este topit în furnale încinse, șarjat cu cocs din cărbune și infuzat cu cărbune praf și gaze naturale. Fierul brut (fierul fabricat în furnale)



Pală de plastic a unei turbine eoliene moderne: greu de fabricat, și mai greu de transportat, dar mai ales de reciclat

este decarbonizat în cuptoare cu convertizoare cu oxigen. Apoi, oțelul trece printr-un proces neîntrerupt de turnare (care transformă oțelul topit în forma brută a produsului final). Oțelul utilizat în construcția turbinelor reprezintă în jur de 35 de gigajouli pe tonă.

Pentru a produce oțelul necesar pentru turbinele eoliene care ar putea deveni funcționale până în 2030, va fi nevoie de peste 600 de milioane de tone de cărbune.

O turbină de 5 megawați are trei pale lungi de circa 60 de metri, fiecare dintre ele cântărind în jur de 15 tone. Acestea au miezuri ușoare, din balsa sau spumă, și laminări exterioare realizate în principal din rășini epoxidice sau poliesterice, armate cu fibră de sticlă. Sticla este fabricată prin topirea dioxidului de siliciu și a altor oxizi minerali în furnale alimentate cu gaze naturale. Rășinile provin din etilenă derivată din hidrocarburi ușoare, care sunt, cel mai frecvent, rezultate din cracarea naftei, gaz petrolier lichefiat sau etan extras din gazele naturale.

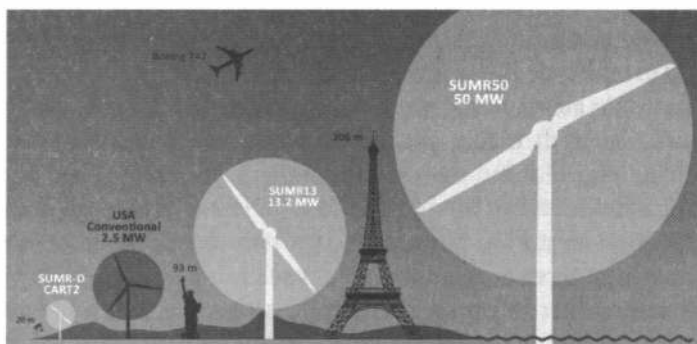
Pentru compozitul final, ranforsat cu fibră, se va consuma o cantitate de energie de 170 de gigajouli pe tonă. Prin urmare, pentru a obține 2,5 terawați de energie eoliană până în 2030,

avem nevoie de o masă a rotorului agregatului de aproximativ 23 de milioane de tone, care încorporează echivalentul a aproximativ 90 de milioane de tone de țiței. Și, după ce toate sunt frumos asamblate, întreaga structură trebuie impermeabilizată cu rășini, a căror sinteză se face pe bază de etilenă. Un alt produs petrolier necesar este lubrifiantul pentru cutiile de viteze ale turbinei, care trebuie schimbat periodic pe toată durata de viață de două decenii a dispozitivului. Fără îndoială, în mai puțin de un an, o turbină eoliană bine amplasată și bine construită va genera o cantitate egală de energie cu cea folosită în construcția sa. Însă ea va fi în întregime sub formă de energie intermitentă, atât timp cât producția, instalarea și întreținerea ei rămân în mod critic dependente de energiile fosile specifice. În plus, pentru majoritatea acestor energii — cocsul pentru topirea minereului de fier, cocsul de cărbune sau petrol pentru alimentarea cuptoarelor de ciment, nafta și gazul natural, ca materie primă și combustibil pentru sinteza materialelor plastice și fabricarea fibrei de sticlă, combustibilul diesel pentru nave, camioane și utilaje pentru construcții, lubrifiantii pentru cutiile de viteze —, nu avem înlocuitori care să nu fie de origine fosilă, disponibili pe scară comercială largă.

Pentru mult timp de acum încolo — până când toate energiile utilizate pentru producția celulelor fotovoltaice sau a turbinelor eoliene vor proveni din surse regenerabile —, civilizația modernă va rămâne fundamental dependentă de combustibilii fosili.

Cât de mare poate fi o turbină eoliană?

Fără discuție că dimensiunea turbinelor eoliene a crescut în ultimul timp. În 1981, când firma daneză Vestas lansa această modă a gigantismului, dispozitivele sale cu trei pale erau capabile să genereze doar 55 de kilowați. În 1995, această cifră a crescut la 500 de kilowați, a atins 2 megawați în 1999 și, în prezent, 5,6 megawați. În 2021, MHI Vestas Offshore Wind's V164 va avea o înălțime de 105 metri la butuc, va învârti pale de 80 de metri și va genera până la 10 megawați, devenind astfel prima turbină disponibilă comercial capabilă să producă o cantitate de energie formată din două cifre. Nu trebuie să uităm nici de GE Renewable Energy, care va lansa tot în 2021 o turbină de 12 megawați, cu un turn de 260 de metri și pale de 107 metri.



Comparație între înălțimea și dimensiunea palelor turbinelor eoliene

Evident că, în cazurile acestea, s-a forțat nota, deși trebuie remarcat că au fost luate în calcul modele și mai mari. În 2011, proiectul UpWind a lansat un așa-numit „pre-model” al unei turbine maritime de 20 de megawați, cu un diametru al rotorului de 252 de metri (de trei ori anvergura aripilor unui Airbus A380) și cu un diametru al butucului de 6 metri. Până în prezent, limita celor mai mari modele conceptuale se situează la 50 de megawați, cu o înălțime de peste 300 de metri și pale de 200 de metri, capabile să se curbeze (ca frunzele de palmier) în fața unor vânturi furioase.

A presupune, așa cum a afirmat un susținător entuziast, că ridicarea unei astfel de structuri nu va pune probleme tehnice fundamentale, întrucât nu va fi mai înaltă decât Turnul Eiffel, construit în urmă cu peste 130 de ani, este o comparație nepotrivită. Dacă înălțimea construibilă a unui artefact ar fi factorul determinant în proiectarea turbinelor eoliene, atunci ne-am putea referi la Burj Khalifa din Dubai, un zgârie-nori care a depășit 800 de metri în 2010, sau la Turnul Jeddah, care va ajunge la 1 000 de metri în 2021. Construirea unui turn înalt nu este o mare problemă, însă cu totul altceva este proiectarea unui astfel de turn, capabil să susțină o nacelă masivă și pale rotative și să asigure funcționarea în siguranță a ansamblului timp de mai mulți ani la rând.

Turbinele de dimensiuni mai mari se confruntă cu efectele inevitabile ale scalării. Puterea turbinei crește odată cu pătratul razei trasate de palele sale: o turbină cu o dimensiune dublă a palelor este, teoretic, de patru ori mai puternică. Dar extinderea suprafeței învârtite de rotor pune o presiune mai mare asupra întregului ansamblu și, întrucât (la prima vedere) masa palei va ridica la puterea a treia lungimea palei, modelele mai mari vor fi extraordinar de grele. În realitate, proiectele care utilizează materiale sintetice ușoare și balsa pot menține exponentul real până la maximum 2,3.

Chiar și așa, masa (și, prin urmare, costurile) se adună. Fiecare dintre cele trei pale ale turbinei de 10 megawați Vestas va cântări 35 de tone, iar nacela va ajunge la aproape 400 de tone

(ca și cum ar trebui să ridici șase tancuri de luptă Abrams la câteva sute de metri înălțime). Proiectul record al celor de la GE va avea pale de 55 de tone, o nacelă de 600 de tone și un turn de 2 550 de tone. Doar transportul unor pale atât de lungi și de masive este o provocare neobișnuită, deși poate fi ușurat prin utilizarea unui model segmentat.

Explorarea limitelor probabile ale capacității comerciale este mai utilă decât prognozarea limitelor maxime ale anumitor date. Puterea disponibilă a unei turbine eoliene este egală cu jumătate din densitatea aerului (care este de 1,23 kilograme pe metru cub), înmulțit cu aria rotită de pale (n înmulțit cu pătratul razei), înmulțit cu viteza vântului la puterea a treia. Presupunând o viteză a vântului de 12 metri pe secundă și un coeficient de conversie a energiei de 0,4, atunci o turbină de 100 de megawați va avea nevoie de rotoare cu diametrul de aproape 550 de metri.

Pentru a prezice când vom reuși să creăm o asemenea mașinărie, trebuie să răspundem la întrebarea următoare: când vom fi capabili să producem pale din compoziți plastici și balsa de 275 de metri lungime, să le transportăm și să le cuplăm la nacelele suspendate la 300 de metri deasupra solului, asigurându-le supraviețuirea în fața vânturilor ciclonice și garantând fiabilitatea funcționării lor pentru cel puțin 15-20 de ani. Nu prea curând.

În martie 1958 a fost lansată de la Cape Canaveral o rachetă care purta satelitul Vanguard 1: o sferă mică din aluminiu, de 1,46 kilograme, prima care a folosit pe orbita sa celule fotovoltaice (FV).

Ca măsură de siguranță, unul dintre cele două emițătoare ale satelitului era alimentat de la bateriile cu mercur, dar acestea s-au defectat după doar trei luni. Datorită efectului fotoelectric, cele șase celule mici de siliciu monocristalin — care absorb lumina (fotonii) la nivel atomic și eliberau electroni — puteau furniza o cantitate totală de doar 1 watt, continuând să alimenteze un transmițător baliză până în mai 1964.

Acest lucru a fost posibil pentru că, în programul spațial, costurile nu erau o problemă. La mijlocul anilor 1950, celulele fotovoltaice costau aproximativ 300 de dolari per watt. Costul a scăzut la circa 80 de dolari per watt la jumătatea anilor 1970, apoi, succesiv, la 10 dolari per watt spre sfârșitul anilor 1980, la 1 dolar per watt în 2011, pentru ca, la finalul lui 2019, celulele FV să se vândă la doar 8–12 cenți per watt, anticipându-se o scădere și mai mare a prețurilor (desigur, costul instalării panourilor fotovoltaice și a echipamentelor suplimentare necesare generării de electricitate este substanțial mai mare, în funcție de amploarea proiectului, care variază în prezent de la instalații mici de acoperiș până la câmpuri solare de mari dimensiuni în deșert).

Este o veste bună, pentru că celulele fotovoltaice au o densitate de putere mai mare decât orice altă formă de conversie a energiei regenerabile. Chiar și ca medie anuală, acestea ajung deja la 10 wați pe metru pătrat în locurile însorite, cu peste un ordin de mărime mai mare decât performanța biocombustibililor. Și, printr-o creștere a eficienței conversiei și o monitorizare



**Vedere aeriană a Uzinei Electrice Ouarzazate Noor din Maroc.
La 510 MW, este cea mai mare instalație fotovoltaică din lume**

îmbunătățită, ar trebui să putem obține o creștere cu 20–40% a factorilor de capacitate anuali.

Dar a durat destul de mult până am ajuns în acest punct. Edmond Becquerel a descris pentru prima dată efectul fotovoltaic într-o soluție, în 1839, iar William Adams și Richard Day l-au descoperit în seleniu, în 1876. Oportunitățile comerciale s-au ivit doar după inventarea de către Laboratoarele Bell Telephone a celulei de siliciu, în 1954. Chiar și atunci, costul per watt a rămas în jur de 300 de dolari (peste 2 300 de dolari la valoarea din 2020) și, cu excepția câtorva jucării, FV nu au avut o aplicație practică.

Hans Ziegler, inginer electronist în cadrul armatei SUA, a fost cel care a ignorat decizia Marinei Statelor Unite de a folosi doar baterii pentru Vanguard. În anii 1960, celulele FV au facilitat alimentarea cu energie a unor sateliți mult mai mari, care au revoluționat telecomunicațiile, spionajul aerian, prognozele meteorologice și monitorizarea ecosistemelor. Pe măsură ce costurile s-au redus, numărul aplicațiilor a crescut, iar celulele FV au început să fie folosite pentru alimentarea farurilor portuare, a instalațiilor maritime de extracție a petrolului și gazelor și pentru punctele de trecere de cale ferată.

Mi-am cumpărat primul calculator științific solar — TI35 Galaxy Solar, produs de Texas Instruments — în momentul când a apărut pe piață, în 1985. Cele patru celule ale sale (fiecare de aproximativ 170 de milimetri pătrați) sunt încă funcționale, după peste 30 de ani.

Dar producția serioasă de energie electrică fotovoltaică a trebuit să aștepte o scădere și mai mare a prețului modulelor. Până în anul 2000, FV furnizau mai puțin de 0,01% din producția mondială de energie; un deceniu mai târziu, ponderea a crescut cu un ordin de mărime și a ajuns la 0,16%, iar în 2018 se afla la 2,2%, în continuare o cotă scăzută în comparație cu electricitatea produsă la nivel mondial de hidrocentrale (aproximativ 16%, în 2018). În unele regiuni însoțite, energia generată solar reprezintă o schimbare importantă, dar, în termeni globali, încă

are mult de recuperat față de tehnologia rivală, care folosește căderea apei.

Nici măcar conform celei mai optimiste prognoze — a Agenției Internaționale pentru Energie Regenerabilă — nu se anticipează o reducere a decalajului până în 2030. Însă celulele fotovoltaice ar putea genera, până în 2030, 10% din electricitatea mondială. Până atunci, vor fi trecut șapte decenii din momentul în care micuța celulă a Vanguard 1 a început să-și alimenteze transmițătorul baliză și aproximativ 150 de ani de la descope-
rirea efectului fotovoltaic într-un solid. Tranzițiile energetice la scară globală au nevoie de timp.

De ce lumina solară este în continuare cea mai bună

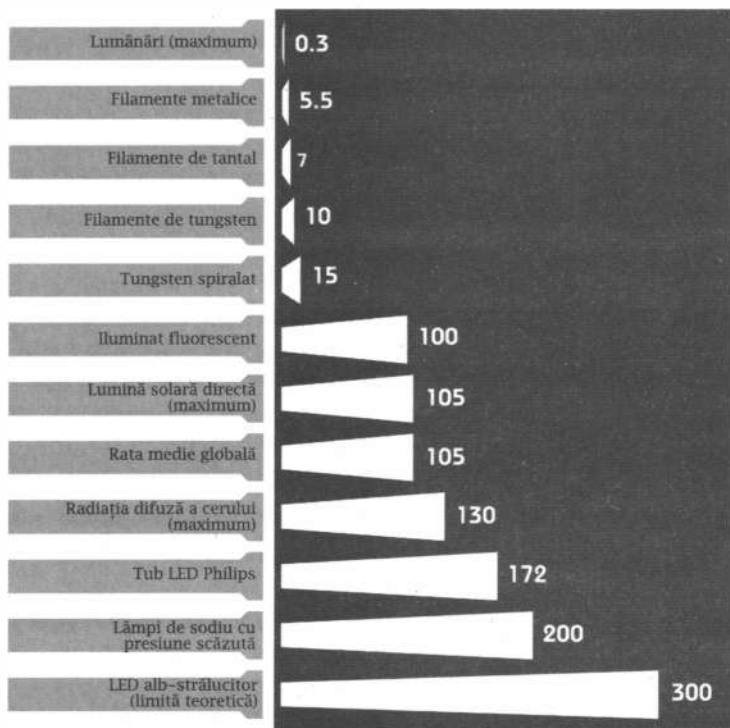
În linii mari, putem urmări progresul unei civilizații în funcție de condițiile sale de iluminare — în special, în funcție de puterea, costul și eficacitatea luminoasă. Acest ultim indicator se referă la capacitatea unei surse de lumină de a produce o reacție semnificativă la nivelul ochiului, fiind calculat prin împărțirea fluxului luminos total (în lumeni) la puterea nominală (în wați).

În condiții fotopice (adică sub o lumină strălucitoare, ce permite percepția culorii), eficacitatea luminoasă a luminii vizibile atinge un maxim de 683 de lumeni (lm)/W, pe o lungime de undă de 555 de nanometri. Această valoare se situează în partea verde a spectrului — culoarea care pare, la un anumit nivel de intensitate, cea mai strălucitoare.

Timp de milenii, sursele noastre de lumină artificială au rămas cu trei ordine de mărime în spatele acestui vârf teoretic. Lumânările au o eficacitate luminoasă de doar 0,2–0,3 lm/W; lămpile cu gaz de uilă (deseori întâlnite în orașele europene ale veacului al XIX-lea) erau de cinci sau șase ori mai eficiente, iar filamentele de carbon ale primelor becuri ale lui Edison nu se descurcau cu mult mai bine decât atât. Eficiența a înregistrat un salt major odată cu filamentele metalice, mai întâi cele de osmiu, în 1898, care au atins 5,5 lm/W, apoi cele de tantal, în 1901, cu 7 lm/W, pentru ca, peste un deceniu, tungstenul, care radia în vid, să obțină 10 lm/W. Introducerea unui filament de tungsten într-un amestec de azot și argon a ridicat eficacitatea lămpilor obișnuite de uz casnic la 12 lm/W, iar spiralarea filamentelor, începând cu 1934, a contribuit la obținerea unei eficiențe de peste 15 lm/W pentru lămpile de 100 de wați, care

au fost sursa standard de iluminare puternică pe parcursul primelor două decenii postbelice.

Lumeni per watt



Iluminatul bazat pe principii diferite — lămpi de sodiu și lămpi cu vapori de mercur cu presiune scăzută (lumini fluorescente) — a fost introdus în anii 1930, dar a ajuns să fie utilizat pe scară largă abia prin 1950. În prezent, cele mai bune corpuri de iluminat fluorescente cu balast electronic pot produce aproximativ 100 lm/W, lămpile de sodiu cu presiuni ridicate pot furniza până la 150 lm/W, iar cele de sodiu cu presiune scăzută pot

atinge 200 lm/W. Cu toate astea, corpurile cu presiune scăzută produc doar lumină galbenă monocromatică, pe o lungime de undă de 589 de nanometri, motiv pentru care nu sunt utilizate în locuințe, ci mai degrabă pentru iluminarea stradală.

Cele mai mari speranțe le avem acum de la diodele emițătoare de lumină (LED-uri). Primele au fost inventate în 1962 și furnizau doar lumină roșie; un deceniu mai târziu, a fost obținută și culoarea verde, apoi, în anii 1990, albastrul de intensitate ridicată. Prin acoperirea LED-urilor albastre cu un strat de fosfor fluorescent, inginerii au reușit să transforme parțial lumina albastră în culori mai calde și să producă astfel lumină albă, potrivită pentru iluminatul de interior. Limita teoretică pentru LED-urile albe strălucitoare este de aproximativ 300 lm/W, dar corpurile de iluminat disponibile în comerț mai au mult până să atingă această valoare. Philips vinde LED-uri în Statele Unite — care au un standard de 120 de volți — cu o eficacitate luminoasă de 89 lm/W, pentru becurile albe de 18 wați și becurile reglabile (care înlocuiesc luminile incandescente de 100 de wați). În Europa, unde tensiunea variază între 220 și 240 de volți, compania comercializează un tub LED de 172 lm/W (care înlocuiește tuburile fluorescente europene de 1,5 metri lungime).

LED-urile cu eficiență ridicată contribuie deja la o economisire semnificativă a electricității la nivel mondial — de ajutor este și faptul că pot oferi lumină trei ore pe zi timp de aproximativ 20 de ani, iar dacă le uiți deschise, cu greu vei sesiza diferența pe factura la electricitate. Dar, la fel ca în cazul celorlalte surse artificiale de lumină, ele nu pot încă acoperi spectrul luminii naturale. Becurile incandescente emit prea puțină lumină albastră, iar cele fluorescente, o cantitate infimă de lumină roșie; LED-urile au o intensitate prea redusă în partea roșie a spectrului și prea ridicată în cea albastră. Nu sunt plăcute ochiului.

Din 1880 încoace, eficiența luminoasă a surselor artificiale a crescut cu două ordine de mărime, dar reproducerea în interior a luminii solare este, deocamdată, peste puterile noastre.

De ce avem nevoie de baterii mai mari

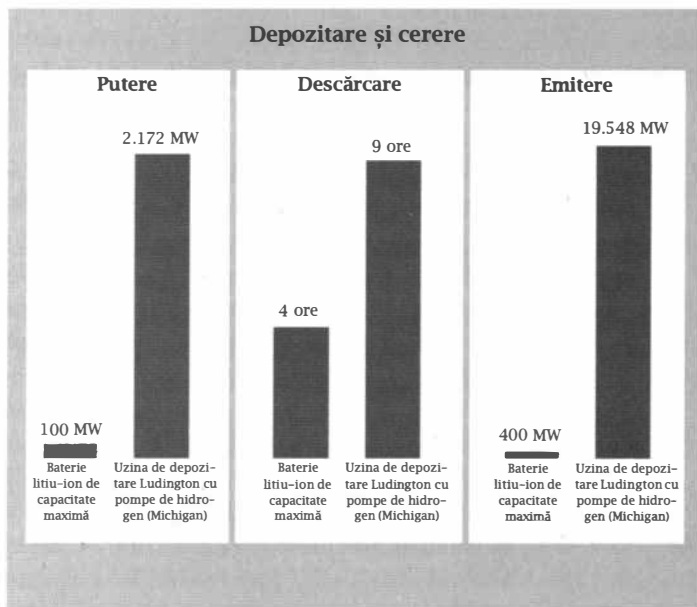
Ne-am putea extinde capacitatea de utilizare a energiei solare și eoliene cu mult mai mare ușurință dacă am avea modalități mai bune de stocare a cantităților mari de energie electrică necesare acoperirii golurilor din fluxul energiei respective.

Chiar și în înșoritul Los Angeles, o locuință obișnuită, care are pe acoperiș suficiente panouri fotovoltaice încât să-i satisfacă nevoile, s-ar confrunta în continuare cu deficiențe zilnice de consum de până la 80% în ianuarie și cu un surplus de 65% în luna mai. O astfel de locuință poate fi deconectată de la sistemul centralizat doar prin instalarea unui ansamblu voluminos și costisitor de baterii litiu-ion. Iar o mică rețea națională — una care gestionează între 10 și 30 de gigawați — s-ar putea baza în totalitate pe surse intermitente doar dacă ar avea un depozit de ordinul gigawaților, capabil să funcționeze ore îndelungate.

Începând din 2007, peste jumătate din omenire locuiește în mediul urban, iar până în 2050, mai mult de 6,3 miliarde de oameni vor trăi în orașe, adică două treimi din populația globală, cu o rată de ocupare în creștere a megalopolisurilor de peste 10 milioane de locuitori (vezi „Ascensiunea megalopolisurilor”, p. 53). Majoritatea acestor oameni vor locui în clădiri înalte, deci posibilitatea generării locale va fi una limitată, însă ei vor avea nevoie de o sursă continuă de electricitate pentru alimentarea locuințelor, serviciilor, industriilor și transportului.

Să zicem că un megalopolis asiatic este lovit de un taifun pentru o zi sau două. Chiar dacă liniile de lungă distanță vor acoperi mai bine de jumătate din cererea orașului, tot va fi nevoie de o capacitate de depozitare de mai mulți gigawați-oră pentru a face față situației până la remedierea producției intermitente

Depozitare și cerere



de energie (sau orașul va trebui să utilizeze rezerve de combustibil fosil — exact lucrul de care încercăm să ne delimităm).

Bateriile litiu-ion (li-ion) sunt caii de povară ai depozitării, atât în cazul aplicațiilor mobile, cât și al celor staționare. Ele utilizează un compus de litiu pentru electrodul pozitiv și grafit pentru electrodul negativ (bateriile obișnuite cu plumb-acid folosesc pentru electrozi oxid de plumb și plumb). Dar, deși au o densitate energetică mult mai mare decât bateriile cu plumb-acid, bateriile li-ion nu reușesc deocamdată să satisfacă nevoile ample de depozitare energetică pe termen lung. Cel mai mare sistem de stocare, alcătuit din peste 18 000 de baterii li-ion, este construit în prezent în Long Beach de către AES Corp. pentru Southern California Edison. În 2021, după finalizare, va fi capabil să funcționeze la o capacitate de 100 de megawați timp de patru ore. Dar această capacitate de 400 de megawați-oră este totuși cu două ordine de mărime mai mică decât cantitatea de

care ar avea nevoie un oraș asiatic mare în cazul în care i s-ar întrerupe accesul la sursa intermitentă de alimentare.

Așadar trebuie să mărim spațiul de stocare, dar cum? Bateriile sodiu-sulf au o densitate și mai mare decât cele li-ion, dar metalul lichid încins nu este cel mai potrivit electrolit. Bateriile cu flux, care stochează energia direct în electrolit, se află deocamdată într-un stadiu incipient de implementare. Iar aerul comprimat și volanții, eternii favoriți ai presei cotidiene, sunt folosiți doar în câteva zeci de instalații de dimensiuni mici și medii. Probabil cea mai bună speranță pe termen lung o reprezintă utilizarea electricității solare ieftine pentru descompunerea apei prin electroliză și folosirea hidrogenului rezultat pe post de combustibil multifuncțional, numai că o astfel de economie bazată pe hidrogen nu este iminentă.

Așadar, pentru a acționa pe scară mare, trebuie să ne bazăm în continuare pe o tehnologie introdusă în anii 1890: acumularea prin pompare. Trebuie să construim la înălțime un rezervor, să îl conectăm prin conducte la unul situat mai jos și să folosim electricitate nocturnă, mai ieftină, pentru a pompa în sus apa, capabilă să acționeze turbinele în perioadele în care se înregistrează un maxim al cererii. Acumularea prin pompare este în continuare responsabilă pentru mai mult de 99% din capacitatea de depozitare, dar presupune, inevitabil, pierderi de energie de aproximativ 25%. Multe instalații au capacități pe termen scurt care depășesc 1 gigawatt — cea mai mare are circa 3 gigawați — și este nevoie de mai mult de o unitate pentru un megalopolis complet dependent de energia solară și eoliană.

Însă majoritatea megalopolisurilor nu sunt construite în apropierea povârnișurilor abrupte sau a văilor montane adânci, necesare pentru acumularea prin pompare. Multe — inclusiv Shanghai, Calcutta și Karachi — sunt situate pe câmpiile de coastă. Ele s-ar putea baza pe acumularea prin pompare doar dacă ar beneficia de o transmisie pe distanțe lungi.

Este evident că au nevoie de o metodă de depozitare mai compactă, mai flexibilă, mai spațioasă și mai puțin costisitoare. Dar miracolele se lasă așteptate.

De ce cargoboturile electrice merg greu la apă

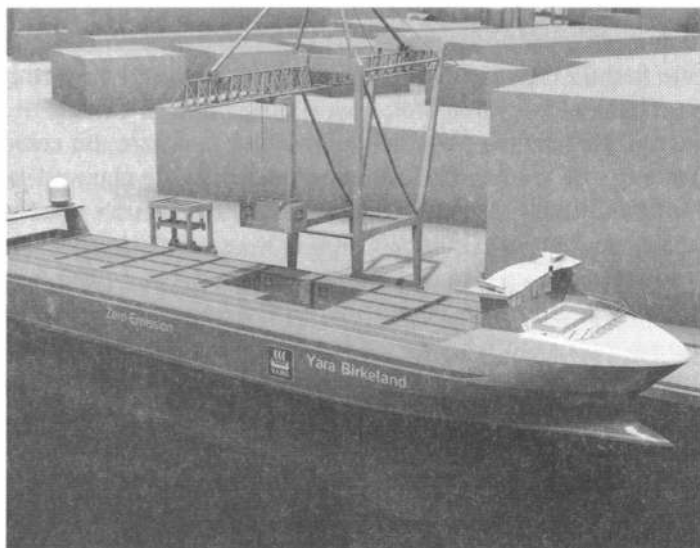
Aproape toate hainele sau uneltele pe care le folosești în jurul casei s-au aflat cândva într-o cutie de oțel, pe niște nave ale căror motoare diesel le-au propulsat din Asia, emițând particule și dioxid de carbon. Cu siguranță, vei spune, că putem găsi o soluție mai bună.

La urma urmei, avem locomotive electrice de mai bine de un secol și trenuri electrice de mare viteză de peste cincizeci de ani, iar recent ne-am extins flota globală de automobile electrice. De ce nu am avea și cargoboturi electrice?

De fapt, primul este programat să devină funcțional în 2020: „Yara Birkeland“, construit de Marin Teknikk în Norvegia, nu doar că este primul cargobot din lume alimentat cu energie electrică, cu emisii zero, ci este și prima navă comercială autonomă.

Dar să nu ne luăm deocamdată adio de la cargoboturile diesel și de la rolul esențial pe care îl au în economia globalizată. Iată un calcul făcut pe genunchi care explică de ce...

Containerele au dimensiuni diferite, însă majoritatea sunt unități standard, echivalente cu 20 de picioare (TEU) — prisme dreptunghiulare de 6,1 metri lungime (20 de picioare) și 2,4 metri lățime. Cargoboturile mici din anii 1960 transportau câteva sute de TEU-ri; în ziua de astăzi, patru nave lansate în 2019 și aparținând MSC Switzerland („Gülsün“, „Samar“, „Leni“ și „Mia“) dețin recordul, cu 23 756 de TEU-ri fiecare. Călătorind foarte încet (16 noduri, pentru a economisi combustibil), aceste nave pot face călătoria de la Hong Kong la Hamburg (prin Canalul Suez) — peste 21 000 de kilometri — în 30 de zile.



Modelul navei Yara Birkeland

Să analizăm acum nava „Yara Birkeland”. Ea va transporta doar 120 de TEU-ri, viteza de serviciu va fi de 6 noduri, iar cea mai lungă operațiune prevăzută va fi de 30 de mile marine — între Herøya și Larvik, în Norvegia. În prezent, cargoboturile diesel de ultimă generație pot transporta aproape de 200 de ori mai multe containere, pe distanțe de 400 de ori mai mari și de trei sau de patru ori mai rapid decât o navă electrică de pionierat.

De ce ar fi nevoie pentru construirea unei nave electrice capabile să transporte 18 000 de TEU-ri, cât o încărcătură intercontinentală obișnuită? Într-o călătorie de 31 de zile, majoritatea navelor diesel eficiente de astăzi consumă 4 650 de tone de combustibil (ulei rezidual de calitate scăzută sau motorină), fiecare tonă echivalând cu 42 de gigajouli. Asta înseamnă o densitate a energiei de aproape 11 700 de wați-oră pe kilogram, față de cei 300 Wh/kg ai bateriilor litiu-ion din ziua de astăzi — o diferență de aproape 40 de ori mai mare.

Consumul total pentru o călătorie este de aproximativ 195 de terajouli sau 54 de gigawați-oră. Motoarele diesel mari (iar cele instalate pe cargoboturi sunt cele mai mari cu puțință) au o eficiență de circa 50%, ceea ce înseamnă că energia utilizată efectiv pentru propulsie reprezintă jumătate din consumul total de combustibil sau aproximativ 27 de gigawați-oră. Pentru a face față acestui consum, motoarele electrice mari care funcționează cu o eficiență de 90% ar avea nevoie de aproximativ 30 de gigawați-oră de electricitate.

Dacă am dota nava cu cele mai bune baterii comerciale li-ion din prezent (300 Wh/kg), pentru a ajunge din Asia în Europa într-o lună, fără oprire, încărcătura lor ar totaliza 100 000 de tone (pentru comparație, bateriile li-ion ale mașinilor electrice cântăresc în jur de 500 de kilograme, adică 0,5 tone). Doar bateriile ar ocupa 40% din capacitatea maximă a cargobotului — o variantă dezastruoasă din punct de vedere financiar, ca să nu mai punem la socoteală dificultățile presupuse de încărcarea lor și manevrarea navei. Și chiar dacă vom reuși să obținem o densitate a bateriilor de 500 Wh/kg mai devreme decât ne așteptăm, o navă de 18 000 de TEU-ri tot va avea nevoie de 60 000 de tone de baterii pentru o călătorie intercontinentală de mare distanță, la o viteză relativ mică.

Concluzia este evidentă. Pentru a obține o navă electrică ale cărei baterii și motoare nu cântăresc mai mult decât combustibilul (aproximativ 5 000 de tone) și motorul diesel (circa 2 000 de tone) cu care sunt dotate cargoboturile din ziua de astăzi, vom avea nevoie de baterii cu o densitate energetică de 10 ori mai mare decât unitățile li-ion din prezent.

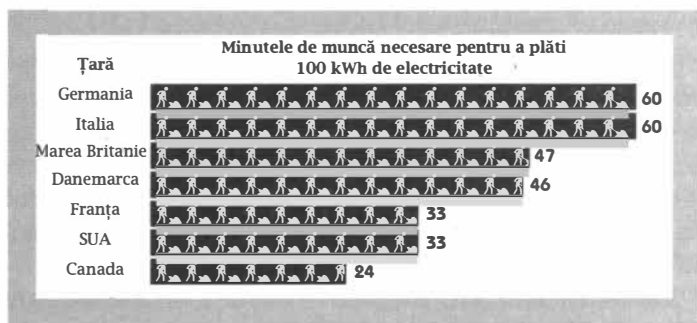
Dar aceasta este o sarcină dificilă, fără îndoială: în ultimii 70 de ani, densitatea energetică a celor mai bune baterii comerciale nici măcar nu s-a cvadruplat.

În multe țări bogate, noul secol a produs o schimbare a traiectoriei pe termen lung a costurilor pentru electricitate: nu doar prețul curent a crescut, ci și cel ajustat la inflație. Chiar și așa, electricitatea rămâne un chilipir, deși, după cum era de așteptat, un chilipir cu multe particularități naționale, rezultate nu doar din contribuția specifică a diferitelor surse, ci și din reglementările guvernamentale persistente.

Dacă analizăm din perspectivă istorică, observăm o traiectorie extraordinară a valorii, ceea ce explică omniprezența electricității în lumea modernă. Ajustat la inflație (și exprimat în valoarea fixă din 2019), în SUA, prețul mediu al energiei electrice pentru clienți casnici a scăzut, începând din 1902 (primul an pentru care avem o medie disponibilă), de la 4,81 dolari pe kilowatt-oră la 30,5 cenți, în 1950, apoi la 12,2 cenți, în 2000, iar, la începutul anului 2019, acesta a fost doar puțin mai mare, ajungând la 12,7 cenți/kWh. Aceasta reprezintă o scădere relativă de peste 97% — sau, altfel spus, în prezent, poți cumpăra de 38 de ori mai multă electricitate decât în 1902. Dar, pe parcursul aceleiași perioade, salariile medii din producție (din nou, ajustate la inflație) au crescut de aproape șase ori, ceea ce înseamnă că, în gospodăria unui muncitor, electricitatea este, în momentul de față, de 200 de ori mai accesibilă decât în urmă cu 120 de ani (costul său efectiv, ajustat la venit, reprezintă mai puțin de 0,5% față de cota din 1902).

Însă noi achiziționăm electricitate pentru a o transforma în lumină, energie cinetică sau căldură, iar progresele intermediare la capitolul eficiență au făcut ca utilizările sale finale să constituie un chilipir și mai mare, iluminatul oferind cel mai impresionant câștig în această privință. În 1902, un bec cu un

filament de tantal producea 7 lumeni per watt; în 2019, un dispozitiv LED reglabil furniza 89 lm/W. Asta înseamnă că un lumen de iluminat electric este, în prezent, de 2 500 de ori mai accesibil pentru gospodăria unor reprezentanți ai clasei muncitoare decât la începutul secolului XX.



Dacă analizăm situația din perspectivă internațională, observăm niște diferențe surprinzătoare. Dintre țările bogate, SUA au cea mai ieftină electricitate pentru consumatorul casnic, cu excepția Canadei și Norvegiei, care au venituri ridicate și cea mai mare pondere a producției de hidroenergie (59%, respectiv 95%). Dacă folosim ratele de schimb predominante, prețul electricității casnice reprezintă aproximativ 55% din media Uniunii Europene, aproximativ jumătate din cea a Japoniei și mai puțin de 40% din cea a Germaniei. Convertite la rata de schimb oficială, prețurile energiei electrice în India, Mexic, Turcia și Africa de Sud sunt mai mici decât în SUA, dar considerabil mai mari dacă utilizăm paritatea puterii de cumpărare: de peste două ori mai mari în India și de aproape trei ori în Turcia.

Citind rapoartele despre scăderea spectaculoasă a costurilor pentru celulele fotovoltaice (vezi „Ascensiunea lentă a fotovoltaicelor“, p. 148) și prețurile extrem de competitive ale turbinelor eoliene, un observator naiv ar putea concluziona că ponderea în creștere a noilor surse regenerabile (solară și eoliană) va conduce la o nouă epocă a scăderii prețurilor la electricitate. Dar,

în realitate, este valabil exact contrariul. Înainte de 2000, când țara s-a angajat în amplul și costisitorul său program de generare pe scară largă de electricitate regenerabilă (*Energiewende*), prețurile energiei electrice pentru consumatorul casnic din Germania erau mici și în scădere, ajungând, în anul 2000, la mai puțin de 0,14 euro/kWh.

În 2015, capacitatea solară și eoliană combinată a Germaniei, de aproape 84 de gigawați, depășea totalul instalat în centralele cu combustibili fosili și, în martie 2019, peste 20% din totalul energiei electrice provenea din noile surse regenerabile, numai că, în 18 ani, prețurile la electricitate s-au dublat, ajungând până la 0,29 euro/kWh. Cea mai mare economie a UE are, așadar, cel mai ridicat preț la electricitate după Danemarca, extrem de dependentă de vânt (în 2018, 41% din producția sa era de origine eoliană), cu un preț de 0,31 euro/kWh. Un contrast similar poate fi observat în SUA. În California, cu o pondere în creștere a noilor surse regenerabile, prețurile la electricitate au crescut de cinci ori mai repede decât media națională și sunt acum cu aproape 60% mai mari decât aceasta.

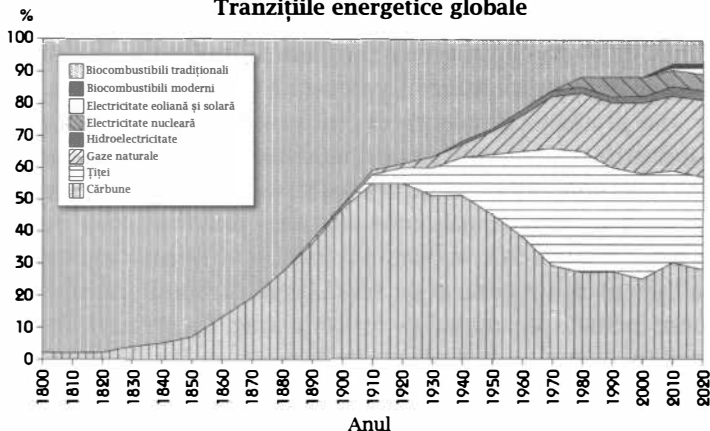
Lentoarea inevitabilă a tranzițiilor energetice

În 1800, doar Marea Britanie și câteva localități din Europa și nordul Chinei consumau cărbune pentru generarea de căldură — 98% din energia primară a lumii era obținută din combustibili proveniți din biomasă, în principal lemn și mangal; în regiunile defrișate, energia mai era obținută și din paie și balebă uscată. Până în 1900, odată cu extinderea exploatațiilor de cărbune și începerea producției de petrol și gaze în America de Nord și Rusia, biomasa furniza jumătate din energia primară a lumii; până în 1950, ponderea a coborât la 30%, iar la începutul secolului XXI, la 12%, deși în multe țări subsahariene aceasta rămâne mai mare de 80%. În mod clar, a durat destul de mult pentru a realiza tranziția de la carbonul nou (din țesuturile plantelor) la carbonul vechi (fossil) din cărbune, țiței și gaze naturale.

Ne aflăm acum în primele etape ale unei tranziții mult mai provocatoare: decarbonizarea producției globale de energie este necesară, pentru a evita cele mai grave consecințe ale încălzirii globale. Contrar unei impresii larg răspândite, această tranziție nu se desfășoară într-un ritm comparabil cu cel în care au fost adoptate telefoanele mobile. În termeni absoluți, lumea și-a crescut dependența — nu independența — de carbon (vezi „Provocarea carbonului“, p. 273), iar în termeni relativi, progresul nostru rămâne în continuare de ordinul unităților.

Prima Convenție-cadru a Organizației Națiunilor Unite privind Schimbările Climatice a avut loc în 1992. În acel an, combustibilii fosili (folosind conversia combustibililor și a energiei electrice într-un numitor comun preferat de compania BP în raportul său statistic anual) furnizau 86,6% din energia primară

Tranzițiile energetice globale



a lumii. Până în 2017, aceștia furnizau 85,1%, o reducere de doar 1,5% în 25 de ani.

Acest indicator-cheie al ritmului tranziției energetice globale este, probabil, cel mai convingător semn distinctiv al dependenței fundamentale a lumii de carbonul fosil. Oare o scădere marginală de 1,5% într-un sfert de secol poate conduce în următorii 25-30 de ani la înlocuirea a aproximativ 80% din energia primară a lumii cu surse alternative, fără carbon, astfel încât, până în 2050, să eliminăm aproape complet combustibilii pe bază de carbon? Dacă vom continua în același ritm, nu vom ajunge acolo, iar singurele scenarii plauzibile pentru realizarea acestui lucru sunt fie o prăbușire a economiei globale, fie adoptarea unor surse noi de energie într-un ritm și la o scară ce depășesc cu mult capacitățile noastre imediate.

Cei care urmăresc frecvent știrile pot fi induși în eroare de pretensele progrese ale producției de energie eoliană și solară. Într-adevăr, aceste surse regenerabile au avansat într-un mod constant și impresionant: în 1992, furnizau doar 0,5% din electricitatea mondială, iar până în 2017, au ajuns la 4,5%. Dar asta înseamnă că, în acești 25 de ani, s-a obținut o decarbonizare mai mare a producției de electricitate prin generarea pe scară largă

de hidroelectricitate decât grație instalațiilor solare și eoliene. Și, întrucât doar circa 27% din consumul final de energie este reprezentat de electricitate, aceste progrese se traduc într-o pondere mult mai mică din reducerea globală a emisiei de carbon.

Dar producția de energie electrică solară și eoliană este acum o industrie matură, care poate fi suplimentată rapid cu capacități noi, crescând ritmul de decarbonizare a alimentării cu energie electrică. În schimb, mai multe sectoare economice cheie depind în mare măsură de combustibilii fosili și nu avem variante care să înlocuiască repede și pe scară largă carbonul. Aceste sectoare includ: transportul pe distanțe lungi (în prezent, suntem aproape complet dependenți de kerosen pentru avioanele de linie și de motorină, păcură și gaze naturale lichefiate pentru navele care transportă petrol, containere sau marfă angro); producția a peste un miliard de tone de fier brut (care are nevoie de cocs din cărbune pentru topirea minereului de fier în furnale) și a peste 4 miliarde de tone de ciment (fabricat în cuptoare rotative masive, alimentate cu combustibili fosili de calitate scăzută); sinteza a circa 200 de milioane de tone de amoniac și a aproximativ 300 de milioane de tone de material plastic (bazat pe compuși derivați din gaze naturale și țiței); încălzirea spațiilor locuite (sector dominat în prezent de gazele naturale).

Aceste realități, mai presus decât orice năzuințe pozitive, trebuie să ghideze procesul nostru de înțelegere a tranzițiilor energetice. Înlocuirea a 10 miliarde de tone de carbon fosil este o provocare fundamental diferită de cea a creșterii vânzărilor la peste un miliard de unități pe an pentru niște dispozitive electronice portabile de mici dimensiuni; cea din urmă a fost realizată în câțiva ani, în vreme ce prima este o sarcină pentru care este nevoie de mai multe decenii.

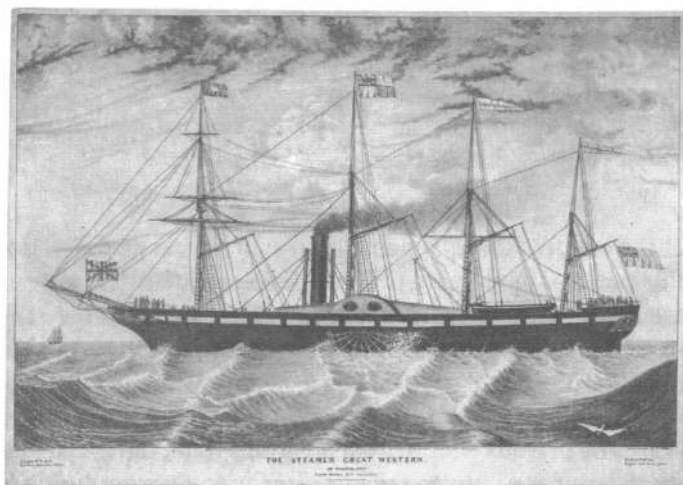
Transport.
Cum ne deplasăm

Multă vreme, corăbiile comerciale au avut nevoie de trei — uneori de patru — săptămâni pentru a traversa Atlanticul spre est; traseul spre vest, împotriva vântului, dura de obicei șase săptămâni. Prima navă cu aburi a reușit să parcurgă drumul spre răsărit în 1833, când nava cu aburi „Royal William”, construită în Québec, a pornit spre Anglia după ce s-a oprit să alimenteze cu cărbune în Noua Scoție. Abia în aprilie 1838, navele cu aburi s-au aventurat să străbată ruta către vest. Și acest lucru s-a petrecut într-un mod surprinzător de spectaculos.

Isambard Kingdom Brunel, unul dintre marii ingineri britanici ai secolului al XIX-lea, a construit pentru Great Western Steamship Company nava cu aburi „Great Western”, care trebuia să ajungă de la Bristol la New York. Nava a fost finalizată pe 31 martie 1838, dar un incendiu de la bord a amânat plecarea până pe 8 aprilie.

Între timp, British and American Steam Navigation Company a încercat să fure startul închiriind nava cu aburi „Sirius”, un vas mic, propulsat cu o roată cu zbatouri de lemn, construit pentru statul irlandez (pentru traseul Londra-Cork). „Sirius” a plecat din Cobh, Irlanda, pe 4 aprilie 1838, cazanele sale funcționând cu mai puțin de 34 de kilopascali la o putere maximă a motorului de 370 de kilowați (prin comparație, un Ford Mustang din 2019 este estimat la 342 de kilowați). Cu 460 de tone de cărbune la bord, nava putea străbate circa 5 400 de kilometri (2 912 mile marine) — aproape, dar nu toată distanța până în portul New York.

În schimb, „Great Western” era cea mai mare navă de pasageri din lume, cu 128 de paturi de clasa întâi. Cazanele navei funcționau și ele la 34 de kilopascali, dar motoarele sale puteau



„Great Western“, construită de Brunel: nava cu motor cu aburi și roată cu zbatouri de lemn era încă echipată cu pânze

furniza aproximativ 560 de kilowați (cât generatoarele diesel industriale de astăzi), iar în prima sa călătorie transatlantică a înregistrat o medie de 16,04 kilometri pe oră (mai puțin decât campionii la maraton din zilele noastre, care au o medie de peste 21 km/h). În ciuda avansului de patru zile, „Sirius“ (cu o medie de 14,87 km/h) a reușit cu greu să învingă nava mai mare și mai rapidă, ajungând la New York pe 22 aprilie 1838 — după 18 zile, 14 ore și 22 de minute.

Poveștile ulterioare aveau să romanteze finalul la mustață, susținând că Sirius a rămas fără cărbune și a trebuit să pună pe foc mobila și chiar catargele pentru a ajunge în port. Nu este adevărat, dar s-a văzut nevoită să ardă mai multe butoaie de rășină. A doua zi, după 15 zile și 12 ore, a sosit și „Great Western“, care, deși consumase 655 de tone de cărbune, încă mai avea 200 de tone de rezervă.

Folosirea aburului a înjumătățit timpul călătoriilor transatlantice, iar recordurile au continuat să cadă. În 1848, nava

cu aburi „Europa“ a Companiei Cunard a reușit să traverseze oceanul în 8 zile și 23 de ore. În 1888, o călătorie dura doar 6 zile; iar în 1907, „Lusitania“, propulsată de o turbină cu aburi, a câștigat Blue Riband (trofeul pentru cea mai rapidă traversare a Atlanticului), cu un timp de 4 zile, 19 ore și 52 de minute. Deținătoarea finală a recordului, nava cu aburi „United States“, a reușit acest lucru în 3 zile, 10 ore și 40 de minute, în 1952.

Epoca următoare, în care avioanele comerciale cu motoare cu pistoane traversau oceanul în 14 ore și ceva, a fost una scurtă, deoarece, în 1958, primul avion comercial american cu turbo-reactor, Boeing 707, efectua deja zboruri regulate de la Londra la New York în mai puțin de 8 ore (vezi „Când a început era avioanelor cu reacție?“, p. 187). Viteza de croazieră nu s-a schimbat prea mult: Boeing 787 Dreamliner călătorește cu 913 km/h, iar zborurile de la Londra la New York durează încă în jur de 7,5 ore.

Scumpul, zgomotosul și ghinionistul avion supersonic Concorde reușea să străbătă distanța în 3,5 ore, dar zborul său a fost întrerupt definitiv. Mai multe companii dezvoltă acum avioane de transport supersonice, iar Airbus a brevetat un concept hipersonic, cu o viteză de croazieră de 4,5 ori mai mare decât cea a sunetului. Un astfel de avion ar putea ajunge pe Aeroportul Internațional JFK la doar o oră după decolarea sa de pe Heathrow.

Dar oare chiar avem nevoie de o asemenea viteză, la un cost energetic mult mai mare? Comparativ cu recordul obținut de „Sirius“ în 1838, am redus timpul de traversare cu peste 98%. Intervalul petrecut în zbor este numai bun pentru lectura unui roman voluminos — sau poate chiar a acestei cărți.

Motoarele sunt mai vechi decât bicicletele!

Unele progrese tehnice sunt amânate fie de eșecul imaginației, fie de înlănțuirea unor împrejurări potrivnice. Nu am un exemplu mai bun pentru ambele situații decât cel al bicicletei.

Acum mai bine de două secole, în Mannheim, pe 12 iunie 1817, pădurarul Karl Drais din marele ducat german Baden a făcut prima demonstrație cu *Laufmaschine* („mașinărie pentru alergat“), cunoscută ulterior sub numele de „drezină“ sau căluț de lemn. Cu o șa în mijloc, ghidon pentru roata din față și roți de dimensiuni egale, este arhetipul tuturor vehiculelor ulterioare care necesită o echilibrare constantă. Numai că ea nu era propulsată cu ajutorul pedalelor, ci împingând cu picioarele în pământ, la fel ca Fred Flintstone.

Drais a reușit să străbată cu bicicleta sa din lemn dur 16 kilometri în mai puțin de o oră, mai repede decât o trăsură cu cai obișnuită. Dar este evident, cel puțin astăzi, că modelul său era stângaci și că nu existau la acea vreme destule drumuri pentru vehicule. De ce după 1820, pe parcursul unor decenii pline de invenții în domeniul locomotivelor, vapoarelor cu aburi și al tehnicilor de producție, nu s-a înregistrat niciun progres în privința acestui mijloc de propulsie cum este bicicleta, capabil să devină un dispozitiv practic, la îndemâna oricui, chiar și a unui copil?

Câteva răspunsuri sunt evidente. Bicicletele din lemn erau grele și greoaie, iar piesele ieftine din oțel (cadru, jante, spițe) necesare proiectării unui dispozitiv fiabil nu erau încă disponibile. Drumurile nepavate incomodau călătoriile. Anvelopele pneumatice au fost inventate abia la sfârșitul anilor 1880 (vezi capitolul următor). Și a fost nevoie mai întâi de o creștere a



Bicicleta Rover a lui John Kemp Stanley

veniturilor în mediul urban pentru adoptarea pe scară largă a unui dispozitiv care este, în esență, unul de agrement.

Abia în 1866, Pierre Lallement a obținut brevetul de invenție american pentru biciclul său propulsat cu ajutorul unor pedale atașate de roata din față de dimensiuni puțin mai mari. Iar începând din 1868, Pierre Michaux a popularizat în Franța modelul său de *vélocipède*. Însă Michaudine nu a devenit precursora bicicletelor moderne; a fost doar o noutate efemeră. Anii 1870 și 1880 au fost în întregime dominați de bicicletele cu roți mari (cunoscute și sub numele de biciclete „obișnuite” sau *velocipede*), cu pedalele atașate direct la axul roților din față, cu diametre de până la 1,5 metri, pentru a acoperi o distanță cât mai mare prin rotația pedalelor. Aceste dispozitive greoaie puteau fi rapide, dar erau, totodată, dificil de încălecat și de manevrat; pentru utilizarea lor era nevoie de dexteritate, rezistență fizică și toleranță la căderile periculoase.

Abia în 1885, doi inventatori britanici, John Kemp Starley și William Sutton, au început să comercializeze bicicletele lor sigure Rover, cu roți de dimensiuni egale, ghidonare directă, transmisie prin lanț și pinion și cadru de oțel tubular. Deși nu dobândise încă forma clasică, era un model de bicicletă cu adevărat modern, pregătit pentru adoptarea pe scară largă. Tendința s-a accelerat odată cu inventarea, în 1888, de către John Dunlop a anvelopelor pneumatice.

Așadar, un dispozitiv simplu, de echilibrare, format din două roți de dimensiuni egale, un cadru metalic simplu și un lanț de transmisie scurt, a fost inventat la mai bine de un secol *după* ce Watt și-a perfecționat motoarele cu aburi (1765), la peste o jumătate de veac *după* inventarea locomotivelor (1829), mult mai complexe din punct de vedere mecanic, la câțiva ani *după* prima producție comercială de electricitate (1882), dar *concomitent* cu primele modele de automobile. Primele motoare cu ardere internă ușoare au fost montate pe vehicule cu trei sau patru roți în 1886 de Karl Benz, Gottlieb Daimler și Wilhelm Maybach.

Și, deși automobilele s-au schimbat enorm între 1886 și 1976, designul bicicletelor a rămas remarcabil de conservator. Primul model de mountain bike a fost construit abia în 1977. Și doar în anii 1980 au fost adoptate pe scară largă tehnologii inedite, precum aliajele scumpe, materialele compozite, cadrele cu aspect ciudat, roțile solide sau ghidoanele răsucite.

Surprinzătoarea istorie a anvelopelor gonflabile

Invențiile celebre sunt puține și, în general, poartă numele unei persoane sau al unei instituții. Becul lui Edison și tranzistorul Laboratoarelor Bell sunt, probabil, cele mai notabile exemple din această categorie foarte mică, deși Edison nu a inventat becul (ci doar versiunea sa mai trainică), iar Laboratoarele Bell doar au reinventat tranzistorul (dispozitivul în stare solidă a fost brevetat în 1925 de Julius Edgar Lilienfeld).

La celălalt capăt al spectrului recunoașterii meritelor se află categoria mult mai extinsă a invențiilor epocale de origine obscură. În acest caz, cel mai bun exemplu este cel al anvelopelor gonflabile, inventate de un oarecare John Boyd Dunlop, un scoțian care locuia în Irlanda. Brevetul său britanic datează de peste 130 de ani, din 7 decembrie 1888.

Înainte de Dunlop, cea mai bună variantă erau anvelopele din cauciuc solid, disponibile din momentul în care procesul de vulcanizare al lui Charles Goodyear (încălzirea cauciucului cu sulf pentru a-i crește elasticitatea, brevetată în 1844) a făcut posibilă producerea unui tip rezistent de cauciuc. Deși astfel de anvelope erau un progres important față de roțile din lemn solid sau cele cu spițe și jante de fier, totuși, călătoria cu ele era destul de inconfortabilă.

Dunlop și-a conceput prototipul în 1887, pentru a diminua zdruncinăturile triciclei fiului său. Era un produs primitiv — pur și simplu, o cameră umflată, legată la gură, căptușită cu pânză și bătută în cuie de roțile din lemn masiv ale triciclei.

O versiune îmbunătățită și-a găsit imediat o utilitate în rândul numărului tot mai mare de bicicliști entuziaști și, pentru fabricarea anvelopelor, au fost puse bazele unei companii. Cu



John Boyd Dunlop folosindu-se de invenția sa

toate acestea, la fel ca în cazul multor altor invenții, brevetul lui Dunlop a fost în cele din urmă invalidat, deoarece s-a dovedit că un alt scoțian, Robert William Thomson, brevetase anterior ideea, chiar dacă nu crease niciodată un produs practic.

Cu toate acestea, invenția lui Dunlop a stimulat dezvoltarea unor anvelope mai mari pentru recent inventatul automobil. În 1885, primul Patent Motorwagen cu trei roți al lui Karl Benz folosea anvelope din cauciuc solid. Șase ani mai târziu, frații Michelin, André și Édouard, au introdus pe biciclete versiunea lor de anvelope detașabile din cauciuc, iar în 1895 vehiculul cu două locuri *L'Éclair* a devenit primul automobil cu pneuri gonflabile din cauciuc ce a participat la cursa de aproape 1 200 de kilometri Paris-Bordeaux-Paris. Întrucât anvelopele sale trebuiau schimbate la fiecare 150 de kilometri, *L'Éclair* a terminat pe locul nouă.

A fost un impediment temporar. Vânzările au fost bune și Bibendum, omulețul din anvelope umflate, a devenit în 1898 simbolul Michelin. Un an mai târziu, anvelopele companiei au fost folosite de *La Jamais Contente* („Veșnica nemulțumită”), o mașină electrică belgiană care depășea 100 de kilometri pe oră. În 1913, Michelin a introdus roata de oțel detașabilă și, astfel, confortul de a avea în portbagaj o roată de rezervă, un echipament care a rezistat până în prezent.

John Dunlop a intrat în cele din urmă în Galeria de Onoare Automobilistică în 2005, iar marca Dunlop există în continuare, fiind deținută în prezent de Goodyear Tire and Rubber Company, al treilea cel mai mare producător de anvelope din lume. Firma Bridgestone din Japonia este liderul clasamentului, secundată imediat de Michelin, un exemplu rar de companie care a rămas în topul industriei sale vreme de mai bine de un secol.

Anvelopele sunt produse definatorii pentru era industrială — grele, voluminoase, poluante și, în continuare, extrem de dificil de aruncat, dar chiar și în era informației avem nevoie de ele într-un număr tot mai mare. Fabricile de anvelope trebuie să facă față cererii globale pentru aproape 100 de milioane de autovehicule noi în fiecare an și pentru înlocuirea flotei mondiale de peste 1,2 miliarde de mașini.

Dunlop ar fi uimit de ceea ce a declanșat. N-are rost să mai vorbim acum despre mult trâmbițata dematerializare a lumii noastre pe care inteligența artificială se presupune că a început-o deja.

În 1908, Henry Ford lucra în industria auto de mai bine de un deceniu, iar Ford Motor Company, cu o vechime de cinci ani și deja profitabilă, pășea pe urmele competitorilor, oferindu-și serviciile persoanelor înstărite. Modelul său K, introdus în 1906, avea un preț de aproximativ 2 800 de dolari, iar cel mai mic model, N, introdus în același an, era comercializat cu 500 de dolari, cam cât venitul anual al unei persoane de rând.

Apoi, pe 12 august 1908, a început era automobilelor, fiindcă, în acea zi, la uzina Piquette Avenue din Detroit, a fost asamblat primul Ford Model T. El a fost lansat pe piață pe 1 octombrie.

Ford și-a afirmat foarte clar obiectivele: „Voi construi o mașină pentru toată lumea. Va fi suficient de încăpătoare pentru o familie, dar suficient de mică pentru a fi condusă și întreținută de un singur om. Va fi construită din cele mai bune materiale... după cel mai simplu proiect pe care ingineria modernă îl poate crea. Iar prețul ei va fi atât de mic, încât orice om care are un salariu decent și-o va permite”. Și-a îndeplinit aceste obiective grație viziunii sale și oamenilor talentați pe care i-a recrutat, în special proiectanții Childe Harold Wills, Joseph A. Galamb, Eugene Farkas, Henry Love, C.J. Smith, Gus Degner și Peter E. Martin.

Motorul în patru cilindri, răcit cu apă, avea o putere de 15 kilowați (automobilele mici de astăzi sunt, de regulă, de opt ori mai puternice), atingea o viteză maximă de 72 de kilometri pe oră și avea un preț mic. Runabout, cel mai popular model, se vindea în 1909 cu 825 de dolari, dar îmbunătățirile continue aduse proiectului și procesului de fabricație i-au permis lui Ford să scadă prețul, până în 1925, la 260 de dolari. Suma echivala cu salariul pe două luni și jumătate al unui muncitor



Ford Model T

de rând. În zilele noastre, în Statele Unite, prețul mediu al unei mașini noi este de 34 000 de dolari, adică salariul mediu pe aproximativ 10 luni. În Marea Britanie, popularele automobile mici costă în jur de 15 000 de lire sterline (aproximativ 20 000 de dolari).

Introducerea în 1913 a unei linii mobile de asamblare la fabrica Highland Park din Detroit a produs economii considerabile: până în 1914, fabrica producea deja 1 000 de automobile pe zi. Iar decizia Ford de a achita salarii fără precedent muncitorilor necalificați de pe linia de asamblare a asigurat o producție neîntreruptă. În 1914, plata a fost crescută de mai bine de două ori, ajungând la 5 dolari pe zi, iar ziua de lucru a fost redusă la opt ore.

Rezultatul a fost impresionant. În 1908, Ford Motor Company producea 15% din totalul automobilelor din SUA, 48% în 1914 și 57% în 1923. Până în mai 1927, când producția ei s-a încheiat, compania a vândut 15 milioane de modele T.

Ford a pus bazele globalizării producției, utilizând proceduri standardizate și răspândind procesul de fabricare auto în întreaga lume. Producția internațională a început în Canada și apoi s-a extins în Marea Britanie, Germania, Franța, Spania, Belgia și Norvegia, precum și în Mexic, Brazilia și Japonia.

Însă, chiar dacă Ford a mizat mult pe acest automobil, el nu este totuși cel mai bine vândut din istorie. Supremația aparține „mașinii poporului” din Germania, Volkswagen. La scurt timp după ce a ajuns la putere, Adolf Hitler a decretat ce specificații trebuie să aibă, a insistat asupra aspectului său distinctiv, de buburuză, și i-a ordonat lui Ferdinand Porsche să o proiecteze.

Până să fie gata de producție, în 1938, Hitler și-a schimbat planurile, iar fabricarea mașinii nu a început decât în 1945, în zona ocupată de britanici. Producția germană s-a încheiat în 1977, dar modelul original de VW Broscuță a continuat să fie fabricat în Brazilia până în 1996 și în Mexic până în 2003. Ultima mașină, produsă în Puebla, purta numărul 21 529 464.

Dar, în multe privințe, Broscuța nu a fost decât o emulație actualizată a modelului T. Nu există nicio dispută cu privire la cine a produs în masă primul autoturism accesibil.

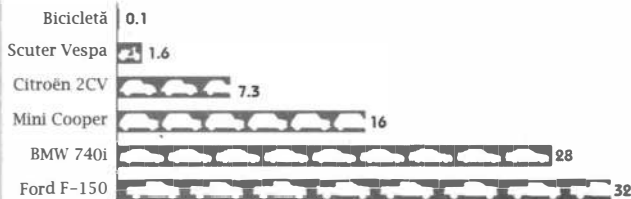
Automobilele moderne au un raport îngrozitor al greutateii utile

Cu un secol în urmă, cel mai bine vândut automobil din Statele Unite, Ford Model T, producea câte un watt pentru fiecare 12 grame ale motorului său cu ardere internă. În prezent, motoarele celor mai bine vândute mașini americane produc un watt pentru fiecare gram — un progres de 92%. Aceasta este singura veste bună din capitolul de față.

Și acum, veștile proaste: datele din SUA arată că, în ultima sută de ani, puterea medie a motorului a crescut de peste 11 ori, ajungând la aproximativ 170 de kilowați. Asta înseamnă că, în ciuda unei scăderi uriașe a densității dintre masă și putere, motorul tipic al zilelor noastre nu este cu mult mai ușor decât în urmă cu un secol — și, în medie, automobilele au devenit mult mai grele: masa lor aproape s-a triplat,

Raportul greutateii utile

(calculat pentru un adult de 70 kg)



ajungând la peste 1 800 de kilograme (media pentru toate vehiculele ușoare, dintre care aproape jumătate sunt camioane, SUV-uri și dubițe).

Și, întrucât aproape trei sferturi dintre americanii care fac naveta călătorească singuri în mașină, rezultă cel mai prost raport posibil între greutatea vehiculului și cea a pasagerilor.

Acest raport este important. Pentru că, în pofida tuturor discuțiilor din industria auto despre „reducerea greutății” — folosind aluminiu, magneziu și chiar polimeri ranforșați cu fibră de carbon —, acest raport limitează în cele din urmă eficiența energetică.

Iată, în ordine crescătoare, câteva raporturi de greutate calculate pentru un pasager de 70 de kilograme:

- 0,1 pentru o bicicletă de 7 kilograme;
- 1,6 pentru un scuter italian Vespa de 110 kilograme;
- cel mult 5 pentru un autobuz modern, doar dacă numărăm pasagerii de pe scaune;
- 7,3 pentru automobilul francez Citroën 2CV (*deux chevaux*, „doi cai”) din anii 1950;
- 7,7 pentru Ford Model T, introdus în 1908, și, de asemenea, pentru trenul de mare viteză *shinkansen* din Japonia, care a început să circule în octombrie 1964 (raportul mic al trenului se datorează atât designului, cât și ratei ridicate a numărului de călători);
- 12 pentru un automobil Smart, 16 pentru un Mini Cooper, 18 pentru o Honda Civic LX, cum am eu, 20 și ceva pentru o Toyota Camry;
- 26 pentru un vehicul american de sarcină ușoară din 2013;
- 28 pentru un BMW 740i;
- 31 pentru Ford F-150, cel mai bine vândut automobil american;
- 30 pentru un Cadillac Escalade EXT.

Bineînțeles, se pot obține raporturi spectaculoase asociind mașina potrivită cu șoferul potrivit. Întâlnesc des o femeie cu

un Hummer H2, care cântărește de cel puțin 50 de ori mai mult decât ea. Este ca și cum ai încerca să prinzi o muscă cu lopata.

Prin comparație, să ne gândim la ultimul model Boeing, 787-10, care stă mai bine la acest capitol decât un Citroën mic. La decolare, greutatea sa maximă este de 254 de tone; cu 330 de pasageri, care cântăresc încă 23 de tone, și alte 25 de tone de marfă, raportul total al greutateii utile este de doar 5,3.

Mașinile au devenit tot mai grele pentru că lumea s-a îmbogățit și șoferii sunt din ce în ce mai răsfățați. Vehiculele ușoare sunt tot mai mari și au dotări multiple, inclusiv transmisie automată, aer condiționat, sisteme de divertisment și comunicații și un număr tot mai mare de servomotoare care alimentează geamurile, oglinzile și scaunele reglabile. Iar noile vehicule electrice sau hibrid, încărcate cu baterii, nu pot fi mai ușoare: un Ford Focus complet electric cântărește 1,7 tone, Volt de la General Motors are peste 1,7 tone, iar Tesla mai bine de 2,1 tone.

Proiectarea unor modele mai ușoare ar fi de mare ajutor, însă, în mod evident, nimic nu ar putea reduce acest raport la jumătate (sau chiar la o pătrime) decât folosirea aceleiași mașini de către doi sau patru oameni. Și totuși, în Statele Unite, acest lucru este cel mai greu de aplicat. În 2019, *Starea navetei la serviciu în SUA* raporta că aproape trei sferturi dintre navetiști conduc singuri spre locul de muncă. În Europa, naveta cu mașina este mai puțin răspândită (36% în Marea Britanie) și chiar și mai rară în Japonia (doar 14%), dar dimensiunile medii ale mașinilor au crescut atât în UE, cât și în Japonia.

Așadar tendința este de a avea motoare, electrice sau nu, din ce în ce mai performante, pe autovehicule grele, folosite într-un mod care produce cel mai prost raport al greutateii utile pentru orice mijloc de transport personal mecanizat din istorie.

Aceste mașini sunt, potrivit anumitor definiții, inteligente, dar nu și chibzuite.

De ce mașinile electrice nu sunt așa grozave cum credem noi (deocamdată)

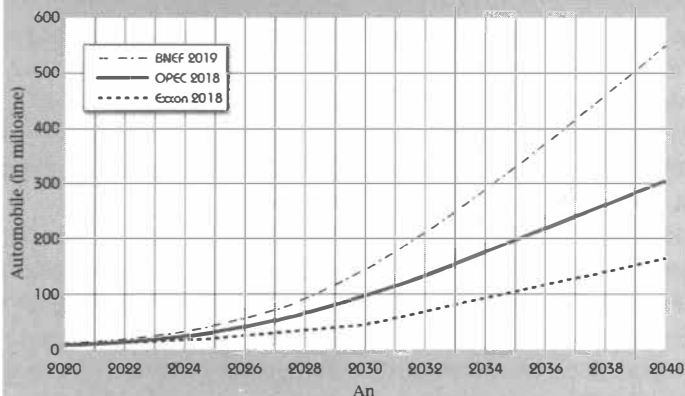
Permite-mi să încep cu un avertisment: nu promovez vehiculele electrice (VE), dar nici nu le denigrez. Pur și simplu, observ că argumentele raționale în favoarea acceptării lor au fost subminate de previziunile nerealiste ale pieței și de neglijarea efectelor ecologice presupuse de producerea și funcționarea unor astfel de vehicule.

Previziunile nerealiste au fost și continuă să reprezinte norma. În 2010, Deutsche Bank estima că vehiculele electrice vor ocupa, până în 2020, 11% din piața globală — în realitate, ponderea este mai mică de 4%. Și acest triumf al speranței în detrimentul experienței continuă. Potrivit previziunilor recente pentru anul 2030, mașinile electrice vor reprezenta fie 20% din flota mondială de autoturisme, fie doar 2%. Bloomberg New Energy Finance anticipează că numărul lor va ajunge, până în 2040, la 548 de milioane; Exxon prevede doar 162 de milioane.

Fanii VE au neglijat, de asemenea, consecințele ecologice ale conversiei pe scară largă către transportul electric. Pentru ca VE să reducă emisiile de carbon (și să minimizeze astfel proporțiile încălzirii globale), bateriile lor nu trebuie încărcate cu electricitate generată din arderea combustibililor fosili. Dar, în 2020, peste 60% din electricitatea globală a provenit din combustibili fosili, aproximativ 12% din energia eoliană și solară, iar restul din hidroenergie și fisiune nucleară.

Ca medie globală, în continuare, mai mult de trei cincimi din electricitatea folosită de VE provine din carbon fosil, dar această proporție variază foarte mult de la o țară la alta și în interiorul acestora. Vehiculele electrice din provincia mea natală, Manitoba,

Estimări privind numărul automobilelor electrice la nivel mondial



Canada (unde mai mult de 99% din electricitate este produsă de hidrocentrale de mari dimensiuni), funcționează cu energie hidro, verde. Québec, Canada (cu aproximativ 97% energie hidro), și Norvegia (aproximativ 95% energie hidro) sunt următoarele în clasament. Vehiculele electrice franceze funcționează în mare parte grație energiei nucleare (țara obține 75% din producția sa de electricitate prin fisiune). Dar în cea mai mare parte a Indiei (în special în Uttar Pradesh), în China (în special în provincia Shaanxi) și în Polonia, VE circulă preponderent cu ajutorul energiei obținute din cărbune. Ultimul lucru de care avem nevoie este să promovăm o nevoie care provoacă un consum și mai mare de electricitate extrasă din combustibili fosili.

Și chiar dacă toate VE ar funcționa cu electricitate provenită din surse regenerabile, în continuare s-ar emite gaze cu efect de seră în timpul producției de ciment și oțel pentru barajele hidroelectrice, turbinele eoliene și panourile fotovoltaice și, bineînțeles, în procesul propriu-zis de fabricare a mașinilor (vezi „Ce obiect este mai dăunător pentru mediu: automobilul sau telefonul?”, p. 259).

Producția de vehicule electrice va avea și alte efecte asupra mediului. Firma de consultanță în management Arthur D.

Little estimează că, la o durată de viață a vehiculului de 20 de ani, fabricarea sa creează de trei ori mai multă toxicitate decât în cazul unui vehicul tradițional. Acest lucru se datorează în principal utilizării sporite a metalelor grele. În mod similar, o analiză comparativă detaliată a ciclului de viață, publicată în *Journal of Industrial Ecology*, a constatat că producția de VE implică o toxicitate substanțial mai mare, atât pentru oameni, cât și pentru ecosistemele de apă dulce.

Nu susțin că acestea sunt niște argumente împotriva adopției vehiculelor electrice. Dar subliniez faptul că trebuie să evaluăm și să înțelegem implicațiile noilor tehnologii înainte să acceptăm afirmațiile radicale în favoarea sa. Doar prin voință și imaginație nu vom obține, din senin, niște mașini ideale, complet nepoluante.

Când a început era avioanelor cu reacție?

Stabilirea cu exactitate a datei de început a erei avioanelor cu reacție este un proces dificil, pentru că există mai multe „începuturi”. Primul zbor experimental al unui avion propulsat cu reacție a fost reușit de avionul de luptă german Heinkel He 178, în august 1939 (din fericire, a intrat în serviciul militar prea târziu pentru a mai influența soarta celui de-al Doilea Război Mondial). Primul zbor al unui model comercial, avionul britanic De Havilland DH 106 Comet, a avut loc în iulie 1949, iar cel aparținând British Overseas Airways Corporation s-a produs în 1952. Însă patru catastrofe (în octombrie 1952, lângă Roma, în mai 1953, în Calcutta, în ianuarie 1954, din nou lângă Roma, și în aprilie 1954, lângă Napoli) au consemnat la sol flota Comet, iar primul zbor transatlantic al unui model reproiectat a avut loc pe 4 octombrie 1958. Între timp, aeronava sovietică Tupolev Tu-104 a intrat în serviciul intern în septembrie 1956.

Există însă argumente solide în favoarea afirmației că era avioanelor cu reacție a început abia pe 26 octombrie 1958, când un Boeing 707 al companiei Pan Am a decolat spre Paris de pe Aeroportul Idlewild (în prezent, Aeroportul Internațional JFK), în primul său zbor dintre cele zilnice care vor urma.

Mai multe motive justifică această variantă. Modelul Comet reproiectat era prea mic și prea puțin profitabil pentru a întemeia o dinastie și nici n-au existat alte modele care să-i succedă. Totodată, aeronavele Tupolev erau folosite doar de țările din blocul comunist. Pe de altă parte, Boeing 707 a inaugurat cea mai de succes familie de aeronave din industrie, progresând neîncetat și adăugând alte 10 modele la gama sa variată.



Inaugurarea primului zbor al unei aeronave Boeing 707

Primul succesori a fost Boeing 727 din 1963, echipat cu trei motoare; modelul 747, cu patru motoare, introdus în 1969, a fost probabil cel mai revoluționar din istoria aviației moderne; iar cel mai recent proiect, 787 Dreamliner, introdus în 2011, este realizat în principal din compoziții de fibră de carbon și poate să zboare mai mult de 17 ore fără oprire.

Modelul 707 are origini militare: acesta a fost inițial un prototip de avion-cisternă folosit la alimentarea în zbor cu combustibil, iar dezvoltarea ulterioară a condus la apariția modelului KC-135A Stratotanker și, în cele din urmă, a unui avion de pasageri, dotat cu patru motoare cu reacție Pratt & Whitney de diametru mic, fiecare dintre ele cu o putere de propulsie de 50 de kilonewtoni. Prin comparație, fiecare din cele două motoare General Electric GENx-1B cu turbopropulsie folosite în prezent pe modelele 787 furnizează la decolare peste 300 de kilonewtoni.

Primul zbor programat al modelului 707 „Clipper America” a avut loc pe 26 octombrie 1958, fiind precedat de o ceremonie de întâmpinare, un discurs al lui Juan Trippe (președintele de atunci al Pan Am) și o reprezentatie a fanfarei Armatei SUA. Cei 111 pasageri și cei 12 membri ai echipajului au trebuit să facă o oprire neprogramată pe Aeroportul Internațional Gander din Newfoundland, Canada, dar chiar și așa au reușit să aterizeze pe Aeroportul Paris-Le Bourget la 8 ore și 41 de minute după plecarea din New York. În decembrie, avionul zbura deja pe ruta New York — Miami, iar în ianuarie 1959 a început să efectueze primele zboruri transcontinentale, de la New York la Los Angeles.

Înainte de introducerea fuzelajelor extinse — mai întâi de către Boeing 747, apoi de către McDonnell Douglas DC10 și Lockheed L1011, în 1970 —, aeronavele Boeing 707 dominau traseele de lungă distanță. Unul dintre ele ne-a adus pe mine și pe soția mea din Europa în Statele Unite, în 1969.

Îmbunătățirile treptate aduse gamei Boeing au dus la apariția unui avion mult superior celorlalte. Într-o configurație standard, cu două clase de călătorie (business și economic), primul Dreamliner putea transporta cu 100 de oameni mai mult decât 707-120, având o greutate la decolare aproape dublă și o autonomie maximă de zbor de două ori mai mare. Cu toate acestea, Dreamliner consumă cu 70% mai puțin combustibil pe kilometru, per pasager. Și pentru că este construit din compoziții de carbon, modelul 787 poate fi presurizat pentru a simula o altitudine mai mică decât un fuzelaj din aluminiu, rezultând un confort mai mare pentru pasageri.

În cele din urmă, Boeing a produs peste o mie de aeronave 707. În 1983, când Pan Am a reactivat avionul pentru a aniversa 25 de ani de la primul zbor, acesta a călătorit până la Paris având ca pasageri majoritatea membrilor echipajului inițial. Dar nu acesta a fost sfârșitul modelului 707. Un număr de companii aeriene din afara Statelor Unite au folosit diferite modele până în anii 1990, iar compania iraniană Saha, până în 2013.

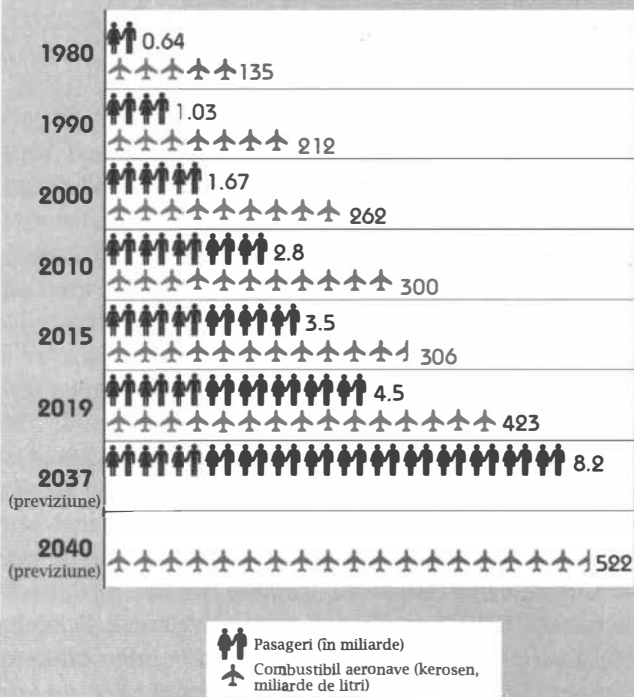
Cu toate că, în ziua de astăzi, modelul 707 poate fi întâlnit doar în cimitirele de aeronave, locul avionului în istorie rămâne unul solid. El reprezintă primul pas eficient și profitabil în evoluția avioanelor cu reacție comerciale.

Eliminarea combustibilului pe bază de kerosen este una dintre cele mai mari provocări în crearea unei lumi fără emisii de carbon. Aviația reprezintă doar 2% din volumul global al acestor emisii și aproximativ 12% din totalul degajat de sectorul transporturilor, însă tranziția spre motoarele electrice este mult mai dificilă în cazul avioanelor decât al automobilelor sau trenurilor.

Combustibilul aeronavelor cu reacție din zilele noastre — dintre care cea mai răspândită formulă este Jet A1 — are o serie de avantaje. Are o densitate energetică foarte ridicată, fiind capabil să furnizeze 42,8 megajouli pentru fiecare kilogram (adică un pic mai puțin decât benzina, numai că poate rămâne în stare lichidă până la -47°C) și este mai eficient decât benzina în privința prețului, a pierderilor reduse cauzate de evaporare la altitudini mari și datorită riscului mai mic de incendiu în timpul manipulării. Deocamdată, nu are rivali reali. Existența unor baterii suficient de mari pentru zborurile intercontinentale cu sute de pasageri sunt încă de domeniul SF și nu vom întâlni prea curând avioane cu caroserie extinsă alimentate cu hidrogen lichid.

Avem nevoie de un combustibil cu proprietăți similare kerosenului, derivat din materii vegetale sau deșeuri organice. Acest tip de biocombustibil nu ar degaja prin ardere mai mult CO_2 decât procesează plantele în timpul creșterii. Principiul a fost dovedit deja: începând din 2007, zborurile de test au demonstrat că amestecurile de Jet A1 și biocombustibil sunt o alternativă imediată pentru aviația modernă.

Aeronavele de pasageri și combustibilul: istoric și previziuni



În acel moment, aproximativ 150 000 de zboruri foloseau amestecuri de combustibil, însă doar cinci aeroporturi importante ofereau regulat biocombustibil (Oslo, Stavanger, Stockholm, Brisbane și Los Angeles), în timp ce altele îl furnizau ocazional. Utilizarea biocombustibililor de către cea mai mare companie aeriană americană, United, este un exemplu grozav pentru proporțiile descurajante ale înlocuirii de care este nevoie: contractul companiei cu un furnizor de biocombustibili va asigura doar 2% din consumul anual de combustibil al companiei aeriene. Este adevărat, avioanele de astăzi sunt din ce în

ce mai economice: consumă cu 50% mai puțin combustibil per pasager/kilometru decât în 1960. Dar aceste economii au fost anulate de expansiunea continuă a industriei aviației, care și-a crescut consumul anual de combustibil la peste 250 de milioane de tone în întreaga lume.

Pentru a satisface această cerere, folosind cu precădere biocombustibili, va trebui să nu ne limităm la utilizarea deșeurilor organice și la valorificarea culturilor oleaginoase sezoniere (porumb, soia, rapiță) sau perene (palmier), pentru a căror exploatare ar fi nevoie de suprafețe uriașe, creând totodată alte probleme ecologice. Culturile oleaginoase din zonele cu climă temperată au randamente relativ scăzute: cu un randament mediu de 0,4 tone de biocombustibil la hectarul de soia, Statele Unite ar avea nevoie, pentru a face față propriei cereri de biocombustibil, de 125 de milioane de hectare — o suprafață mai mare decât Texas, California și Pennsylvania la un loc sau ceva mai mare decât Africa de Sud. Asta înseamnă de patru ori mai mult decât întreaga cultură de soia a țării din 2019, care a însumat 31 de milioane de hectare. Chiar și varianta cu cel mai mare randament — uleiul de palmier, care produce, în medie, 4 tone de biocombustibil la hectar — va avea nevoie de încă 60 de milioane de hectare de păduri tropicale pentru a furniza combustibilul necesar industriei aeronautice la nivel mondial. Pentru asta, suprafața dedicată culturilor oleaginoase de palmieri ar trebui să crească de patru ori, sporind emisiile de carbon cauzate de creșterea naturală.

Dar de ce am alocă suprafețe uriașe de teren, când am putea deriva biocombustibilii din algele oleaginoase? Cultivarea intensivă, pe scară largă a algelor ar avea nevoie de o suprafață relativ mică și ar oferi o productivitate foarte mare. Cu toate acestea, experiența Exxon Mobil arată cât de solicitant poate fi procesul de creștere a producției la câteva zeci de milioane de tone de biocombustibil anual. Exxon, în colaborare cu firma Synthetic Genomics a lui Craig Venter, a explorat această posibilitate în 2009, dar în 2013, după ce a cheltuit peste 100 de milioane de dolari, a ajuns la concluzia că provocările erau

prea mari și a decis să se concentreze pe cercetarea de bază, pe termen lung.

Ca de fiecare dată, sarcina înlocuitorilor energetici ar fi mult mai ușoară dacă am irosi mai puțin, zburând, de exemplu, mai rar. Dar previziunile arată o creștere substanțială a traficului aerian, mai ales în Asia. Așa că obișnuiește-te cu mirosul inconfundabil al kerosenului — îl vei întâlni mult timp de-acum încolo și, în plus, acesta alimentează mașinăriile care (după cum vom vedea în capitolul următor) excelează la capitolul siguranței aeriene.

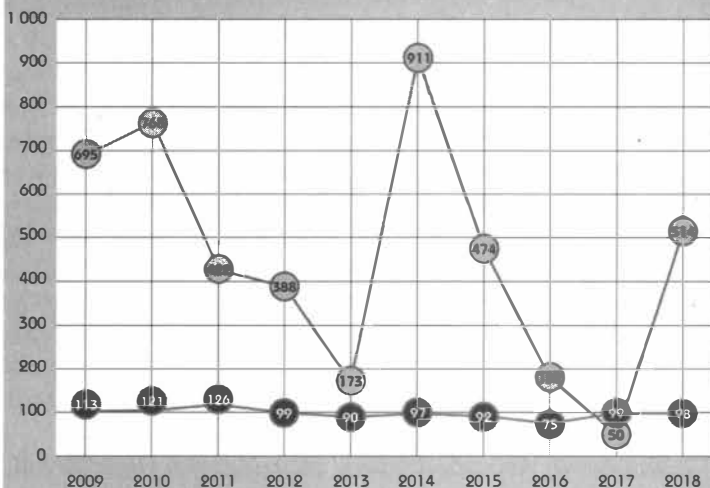
S-ar putea să crezi că anul 2014 a fost unul prost pentru aviație. S-au produs patru accidente puternic mediatizate: în martie, dispariția în continuare misterioasă a Zborului 370 al Companiei Aeriene Malaysia; doborârea Zborului 17 al aceleiași companii deasupra Ucrainei, în luna iulie; prăbușirea în Mali a Zborului 5017 al Companiei Air Algérie, tot în iulie, cu 815 decese; și, în cele din urmă, Zborul QZ8501, aparținând AirAsia, care a căzut în Marea Java, în decembrie.

Însă, potrivit Ascend, filiala de consultanță a FlightGlobal, care monitorizează accidentele aeriene, 2014 a înregistrat, de fapt, cea mai mică rată a accidentelor din istorie: un deces la 2,38 de milioane de zboruri. E adevărat, Ascend nu a luat în calcul doborârea zborului MH17, care a fost un act de război, nu un accident. Includerea acestui incident în statistici, așa cum face Organizația Internațională a Aviației Civile, ridică rata la 3,0 — în continuare, mult mai mică decât între 2009 și 2011.

Iar anii următori au fost și mai siguri: numărul deceselor a scăzut la 158 în 2015, 291 în 2016 și la doar 50 în 2017. În 2018, s-a înregistrat un regres, cu 10 accidente mortale, cu 515 decese (mai puține decât în 2014), printre care Boeing-ul 737 Max aparținând Lion Air, care s-a prăbușit în mare, lângă Jakarta, în luna octombrie. Iar în 2019, în ciuda prăbușirii unui alt Boeing 737 Max — de această dată în Etiopia —, numărul total al deceselor a fost la jumătate față de cel din 2018.

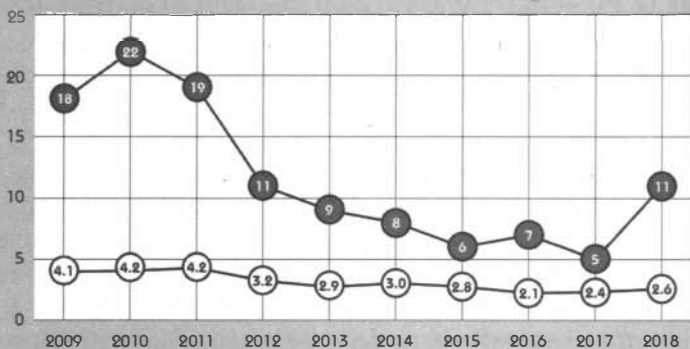
În orice caz, este de preferat să personalizăm problema, reflectând-o în termenii riscului la care este supus un pasager pe parcursul unei ore de zbor. Datele necesare se găsesc în raportul anual de siguranță al Organizației Internaționale a

Cât de sigur este zborul cu avionul



● Decese la numărul de zboruri programate
● Accidente la numărul de zboruri programate

● Accidente mortale la numărul de zboruri programate
○ Rata accidentelor (la milioane de decolări)



Aviației Civile, care se referă atât la avioanele mari, cât și la cele de dimensiuni mai mici, folosite pentru navetă.

În 2017, deocamdată cel mai sigur an pentru zborurile comerciale, cursele interne și internaționale au transportat 4,1 miliarde de persoane și au parcurs 7,69 de trilioane de pasageri-kilometru*, înregistrând doar 50 de decese. Pentru un timp mediu de 2,2 ore, asta înseamnă aproximativ 9 miliarde de pasageri-oră** și $5,6 \times 10^{-9}$ decese/persoană pentru o oră petrecută în zbor. Dar cât de mic este acest risc?

Cel mai la îndemână indicator este, desigur, rata generală a mortalității, adică rata anuală a mortalității la 1 000 de oameni. În țările bogate, această rată variază în prezent între 7 și 11; voi folosi o medie de 9. Întrucât un an are 8 760 de ore, media mortalității este de 0,000001 sau 10^{-6} decese per persoană per oră de viață. Asta înseamnă că, în medie, probabilitatea suplimentară de a muri în timpul unui zbor cu avionul reprezintă doar 5/1 000 din riscul de a trăi, pur și simplu. În cazul fumătorilor, riscul este de 100 de ori mai mare; la fel și pentru șoferi. Pe scurt, zborul cu avionul nu a fost niciodată mai sigur.

În mod evident, mortalitatea specifică vârstei pentru persoanele mai bătrâne este mult mai ridicată. Pentru indivizii din categoria mea de vârstă (peste 75 de ani), aceasta este de 35 la 1 000 sau 4×10^{-6} per oră (asta înseamnă că, dintr-un milion de oameni din această categorie, patru vor muri la fiecare oră). În 2017, am zburat peste 100 000 de kilometri, petrecând în zbor mai mult de 100 de ore, în avioane de mari dimensiuni, aparținând unor patru companii aeriene importante, care au înregistrat ultimele accidente mortale în 1983, 1993, 1997, respectiv 2000. Pentru fiecare oră petrecută în aer, probabilitatea de deces nu a fost nici măcar cu 1% mai mare decât dacă aș fi rămas la sol.

* Unitate de măsură folosită pentru estimarea distanței străbătute de un pasager într-un interval dat. (n. tr.)

** Unitate de măsură a capacității de transport. (n. tr.)

Desigur, am avut momente când mi s-a ridicat părul în cap. Ultima oară, în octombrie 2014, când Boeing-ul în care eram eu, 767, aparținând Air Canada, a străbătut marginal zonele de turbulențe declanșate de un mega-taifun care traversa Japonia.

Dar n-am uitat că, de fapt, lucrul de care ar trebui să mă feresc sunt saloanele liniștite de spital. Cu toate că, potrivit ultimelor evaluări, erorile medicale care pot fi prevenite s-au redus semnificativ, prin comparație cu afirmațiile exagerate despre acest risc, spitalizările sunt legate în continuare de o expunere crescută la bacterii și virusuri, de infecțiile nosocomiale, mai ales în cazul vârstnicilor. Așa că zburați mai departe și evitați spitalele!

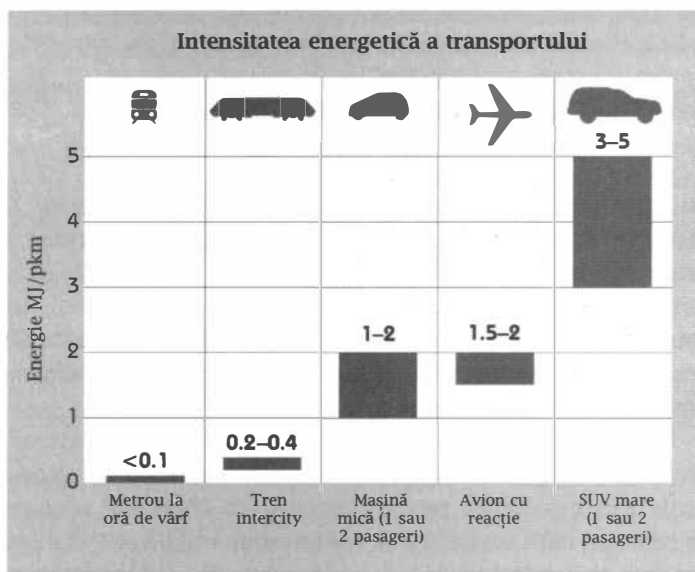
Care sunt mai eficiente energetic: avioanele, trenurile sau automobilele?

Nu am niciun fel de antipatie pentru mașini sau avioane. De decenii, depind, pentru călătoriile locale, de o succesiune de automobile fiabile Honda Civic și, de ani de zile, zbor de pe un continent pe altul cel puțin 100 000 kilometri anual. Între cele două extreme — un drum cu mașina până la un magazin alimentar italian, un zbor de la Winnipeg la Tokyo —, mașinile și avioanele sunt la putere.

Intensitatea energetică este secretul. Atunci când călătoresc singur în Civic-ul meu, în mediul urban, este nevoie de aproximativ 2 megajouli per pasageri-kilometru. Dacă mai adăugăm un pasager, cifra scade la 1 MJ/pkm, comparabilă cu cea a unui autobuz pe jumătate gol. Avioanele cu reacție sunt surprinzător de eficiente, necesitând, în mod obișnuit, în jur de 2 MJ/pkm. Dacă avionul este plin și un model de ultimă generație, poate obține mai puțin de 1,5 MJ/pkm. Desigur, trenurile de transport public sunt mult superioare: cu o încărcătură mare de pasageri, cele mai bune trenuri subterane au nevoie de mai puțin de 0,1 MJ/pkm. Dar, chiar și în Tokyo, care are o rețea densă de linii ferate, cea mai apropiată stație poate fi la peste un kilometru distanță, prea departe pentru persoanele mai puțin mobile.

Dar niciunul dintre aceste moduri de transport nu poate egala intensitatea energetică a trenurilor interurbane de mare viteză. De obicei, acestea călătoresc pe rute de 150–600 de kilometri. Modelele mai vechi ale trenului de mare viteză japonez, pionierul *shinkansen* (adică „linia principală nouă”), aveau o intensitate energetică de aproximativ 0,35 MJ/pkm; modelele trenurilor rapide mai recente — TGV-ul francez și ICE-ul

german — au nevoie, de regulă, de doar 0,2 MJ/pkm. Cu un ordin de mărime mai mic decât avioanele.



Nu mai puțin important este faptul că trenurile de mare viteză sunt, într-adevăr, rapide. TGV-ul Lyon-Marsilia parcurge 280 de kilometri în 100 de minute, de la un centru al orașului la celălalt. Prin comparație, timpul programat pentru un zbor comercial pe aproximativ aceeași distanță — 300 de kilometri, de la Aeroportul LaGuardia din New York până la Aeroportul Logan din Boston — este de 70 de minute. La acesta trebuie să adăugăm cel puțin 45 de minute pentru check-in, alte 45 de minute pentru drumul din Manhattan la LaGuardia și 15 minute de la Logan în centrul Bostonului. În felul acesta, ajungem la un total de 175 de minute.

Într-o lume rațională — una care prețuiește confortul, timpul, intensitatea energetică scăzută și conversiile cu emisii

scăzute de carbon —, trenul electric de mare viteză ar fi întotdeauna prima opțiune pentru astfel de distanțe. Europa este patria trenurilor și a luat deja această decizie. Cu toate acestea, deși Statele Unite și Canada nu au o densitate a populației care să justifice o rețea compactă de conexiuni, ele au totuși multe perechi de orașe potrivite pentru trenurile rapide. Totuși, niciuna dintre aceste perechi nu au o linie ferată de mare viteză. Linia Acela a companiei Amtrak, între Boston și Washington, DC, nu se califică nici măcar de departe, întrucât înregistrează, în medie, o viteză de doar 110 km/h.

Acest lucru face ca, în mod remarcabil, SUA (și, de asemenea, Canada și Australia) să fie codașe în privința transportului feroviar de mare viteză. Au existat însă vremuri când Statele Unite aveau cele mai bune trenuri din lume. În 1934, la 11 ani după ce General Electric a produs prima sa locomotivă diesel, pe calea ferată Chicago-Burlington-Quincy călătorea trenul aerodinamic din oțel inoxidabil „Pioneer Zephyr“, cu o unitate electrică-diesel în opt cilindri și doi timpi, de 600 de cai-putere (447 kilowați). Datorită acestei motorizări, „Zephyr“ era capabil să depășească vitezele de astăzi ale trenului Acela, obținând o medie de 124 km/h pe distanța de peste 1 600 de kilometri dintre Denver și Chicago. În prezent însă, nu există speranțe realiste că Statele Unite vor putea prinde vreodată China din urmă: cu 29 000 de kilometri de cale ferată de mare viteză, aceasta are acum cea mai lungă rețea de trenuri de mare viteză din lume, făcând legătura între toate orașele importante din jumătatea de est, dens populată, a țării.

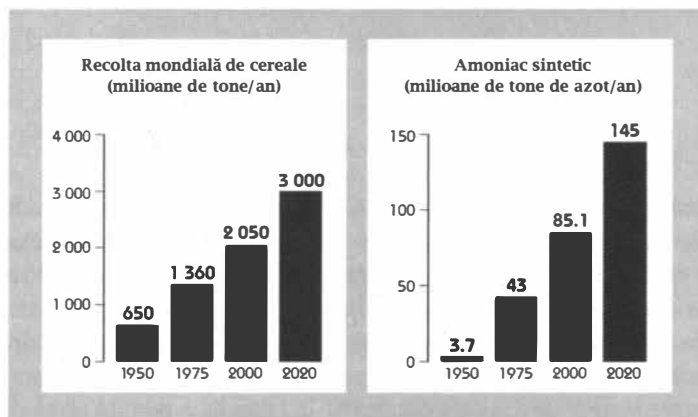
Mâncare.

Cum ne obținem energia

Până la sfârșitul secolului al XIX-lea, progresele înregistrate în domeniile chimiei și fiziologiei plantelor au demonstrat clar că azotul este cel mai important macronutrient pentru culturile agricole (element necesar în cantități relativ mari). Plantele au nevoie, de asemenea, de fosfor și potasiu (ceilalți doi macronutrienți) și de diferiți micronutrienți (de la fier la zinc, elemente necesare în cantități mici). În Olanda, o recoltă bună de grâu (9 tone la hectar) va conține 10% proteine sau 140 de kilograme de azot, dar numai 35 de kilograme de fosfor și aceeași cantitate de potasiu.

Fermierii tradiționali făceau rost de azotul necesar în două moduri: prin reciclarea oricărui tip de materie organică disponibilă (paie, tulpini, frunze, deșeuri de origine animală și umană) și rotind culturile de cereale sau plante oleaginoase cu cele de leguminoase (culturi protectoare, cum sunt lucerna, trifoiul sau mazăricea, și culturi alimentare, precum soia, mazărea sau lintea). Aceste plante își pot obține singure azotul necesar, deoarece bacteriile atașate de rădăcinile lor pot „fixa” azotul (îl pot transforma din molecula inertă din aer în amoniacul necesar pentru creșterea plantelor) și pot, totodată, lăsa în urmă o parte din el pentru culturile viitoare, de cereale sau plante oleaginoase.

Prima variantă era una anevoioasă, în special când vine vorba despre colectarea deșeurilor de origine animală sau umană, fermentația lor și răspândirea pe câmpuri, cu toate că gunoiul de grajd și dejecțiile au un conținut relativ ridicat de azot (de obicei, 1-2%), în comparație cu mai puțin de 0,5%, cât conțin paiele sau tulpinile plantelor. A doua variantă, care presupune rotația culturilor, oprește cultivarea continuă a cerealelor de bază, fie că vorbim despre orez sau grâu. Pe măsură ce cererea



pentru cerealele de bază a crescut odată cu extinderea (și urbanizarea) populației, a devenit limpede că fermierii nu vor reuși să satisfacă pe viitor nevoile alimentare, în lipsa unor surse noi, sintetice, de azot „fixat“, adică azot disponibil sub forme care să fie asimilate de culturile în creștere.

Această încercare a fost încununată de succes în 1909, când Fritz Haber, profesor de chimie la Universitatea din Karlsruhe, a demonstrat că amoniacul (NH_3) putea fi obținut la presiuni și temperaturi ridicate, în prezența unui catalizator metalic. Primul Război Mondial și criza economică din anii 1930 au încetinit adoptarea la nivel mondial a procesului Haber-Bosch, dar nevoile alimentare în creștere ale populației mondiale (care au crescut de la 2,5 miliarde, în 1950, la 7,75 miliarde, în 2020) au contribuit decisiv la expansiunea sa masivă, de la mai puțin de 5 milioane de tone, în 1950, la aproximativ 150 de milioane, în ultimii ani. Fără această contribuție esențială, înmulțirea recoltei de cereale de bază (vezi „Creșterea randamentului recoltei de grâu“, p. 209) și hrănirea populației globale din zilele noastre ar fi fost imposibile.

Îngrășămintele azotate sintetice, derivate din amoniacul Haber-Bosch (ureea solidă este cel mai frecvent produs),

furnizează în prezent aproximativ jumătate din azotul necesar culturilor agricole mondiale, restul fiind furnizat prin rotația culturilor cu plante oleaginoase, reciclare organică (gunoi de grajd și reziduuri de cultură) și depunere atmosferică. Deoarece culturile furnizează acum aproximativ 85% din totalul proteinelor alimentare (restul provenind din pășunile naturale și alimentele de origine marină), asta înseamnă că, în lipsa îngrășămintelor azotate sintetice, nu am putea asigura alimentația de bază a peste 3 miliarde de oameni — mai mult decât populația Chinei (unde azotul sintetic furnizează deja peste 60% din producție) și cea a Indiei la un loc. Și, ținând cont că, în anumite părți ale Asiei și în întreaga Africă, populația este în creștere, procentul celor dependenți de azotul sintetic va ajunge în curând la 50%.

Deocamdată, China produce încă o parte din amoniac folosind cărbunele ca materie primă, dar în alte părți procesul Haber-Bosch se bazează pe prelevarea azotului din aer și a hidrogenului din gazele naturale (în special CH_4) utilizând totodată gazele pentru a obține energia ridicată necesară în procesul de sinteză. Prin urmare, în prezent, la nivel mondial, sinteza amoniacului și, ulterior, producția, distribuția și împrăștierea îngrășămintelor azotate solide și lichide sunt responsabile pentru aproximativ 1% dintre emisiile globale de gaze cu efect de seră — și nu există nicio soluție comercială alternativă care să nu utilizeze carbonul și să poată înlocui în viitorul apropiat și pe scară largă necesarul pentru producția a 150 de milioane de tone de NH_3 pe an.

Pe termen foarte scurt, un motiv și mai serios de îngrijorare îl reprezintă pierderile mari de azot (prin volatilizare, scurgeri sau denitrificare) rezultate din utilizarea îngrășămintelor. Nitrații contaminate apele dulci și mările de coastă (contribuind la extinderea zonelor moarte); depunerea atmosferică a nitraților crește aciditatea ecosistemelor naturale; iar oxidul de azot (N_2O) este acum al treilea cel mai important gaz cu efect de seră după CO_2 și CH_4 . O analiză globală recentă a concluzionat că, de fapt, eficiența utilizării azotului a scăzut, de la începutul

anilor 1960, la aproximativ 47% — mai mult de jumătate din îngrășământul împrăștiat se pierde, în loc să fie încorporat în culturile recoltate.

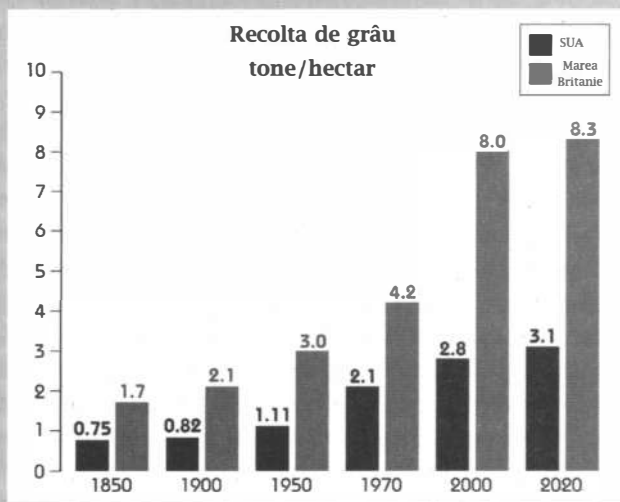
Cererea de azot sintetic este saturată în țările bogate, dar în Africa, în următorii 50 de ani, va trebui să creștem cantitățile produse, pentru a putea satisface nevoile de hrană a circa 2 miliarde de oameni, cât se vor naște în acest interval. Pentru reducerea viitoarelor pierderi de azot, va trebui să facem tot posibilul să îmbunătățim eficiența fertilizării și să reducem risipa de alimente (vezi „Amplarea de neiertat a risipei de hrană la nivel mondial“, p. 212). Chiar și așa, nu vom elimina complet pierderile de azot, dar acesta este prețul pe care trebuie să-l plătim pentru că vom crește de la 1,6 miliarde de oameni, în 1900, la 10 miliarde, până în 2100.

Creșterea randamentului recoltei de grâu

Care este recolta medie de grâu în centrul Franței, în estul statului Kansas sau în sudul provinciei Hebei? Puțini oameni, în afara fermierilor, a celor care vând utilaje și produse chimice, a agronomilor care îi consiliază și a savanților care dezvoltă noi soiuri de culturi, au răspunsul pregătit. Asta pentru că societățile moderne, cu excepția unei mici părți a populației, s-au desprins aproape complet de tot ce are legătură cu agricultura. Mai puțin atunci când, bineînțeles, vine vorba despre consumul produselor: baghetele crocante, croissantul, chiflele hamburgerilor, pizza, chiflele pregătite la aburi (*mantou*) și tăiței *lamian*, răsuciți sau întinși, toate sunt obținute din grâu.

Dar chiar și oamenii care se consideră educați și bine informați și sunt capabili să-ți vorbească despre dotările îmbunătățite ale automobilelor sau performanțele în creștere ale calculatoarelor ori telefoanelor mobile nu au nici cea mai vagă idee dacă, în medie, în secolul XX, culturile cerealelor de bază s-au triplat, cvadruplat sau dacă au crescut cu un ordin de mărime. Și totuși, acești multipli — nu cei ai capacității telefoanelor mobile sau de stocare în *cloud* — sunt cei care au făcut posibilă creșterea de cinci ori a populației globale, între 1900 și 2020... Așadar ce s-a întâmplat cu recolta de grâu, cel mai important produs al lumii?

Recoltele tradiționale aveau un randament scăzut și, totodată, unul extrem de variabil, deși reconstituirea tendințelor pe termen lung este, în continuare, discutabilă. Acest lucru este valabil chiar și în cazul istoricului relativ bine documentat (timp de aproape un mileniu) al recoltei engleze de grâu, calculată, de obicei, pe baza randamentului semințelor plantate. După o recoltă slabă, aproape 30% din producție trebuia pusă deoparte



pentru a avea semințe în anul următor; ponderea nu era, de regulă, mai mare de 25%. Recoltele din Evul Mediu timpuriu erau adesea de doar 500–600 de kilograme la hectar (adică doar 0,5 tone). Randamentele de până la o tonă la hectar au devenit ceva obișnuit abia în secolul al XVI-lea, iar până în 1850 media era de aproximativ 1,7 t/ha — aproape o triplare față de anul 1300. A urmat apoi o combinație de măsuri (rotația culturilor, inclusiv de leguminoase, care fixează azotul, drenarea câmpurilor agricole, folosirea intensivă a gunoierului de grajd și cultivarea unor soiuri noi) care au crescut randamentul recoltei de grâu la aproape 2 t/ha, într-un moment în care recolta franceză era în continuare de 1,3 t/ha, iar suprafețele întinse ale Mariilor Câmpii americane produceau doar 1 t/ha (această medie menținându-se la nivel național până în 1950!).

După secole de progrese lente și treptate, avansul decisiv a fost posibil doar după introducerea grâului cu tulpină scurtă. Plantele tradiționale erau înalte (aproape la fel de înalte ca

țărâni lui Bruegel, care le tăiau cu secera) și produceau de trei până la cinci ori mai multe paie decât boabe. Primul soi de grâu cu tulpină scurtă (bazat pe plante de origine est-asiatică) a fost lansat în Japonia, în 1935. După al Doilea Război Mondial, a fost adus în SUA și pus la dispoziția lui Norman Borlaug, la CIMMYT (Centrul Internațional de Îmbunătățire a Porumbului și Grâului, din Mexic), iar echipa sa a creat, în 1962, două soiuri semipitice (care produceau o cantitate egală de paie și boabe). Borlaug a câștigat Premiul Nobel; lumea a obținut recolte fără precedent.

Între 1965 și 2017, randamentul mediu global al recoltei de grâu a crescut de aproape trei ori, de la 1,2 la 3,5 t/ha; media asiatică s-a triplat (de la 1 la 3,3 t/ha), iar cea chineză a crescut de peste cinci ori (de la 1 la 5,5 t/ha), în vreme ce media olandeză, una deja extrem de ridicată încă din urmă cu două generații, s-a dublat, de la 4,4 la 9,1 t/ha! În același timp, recolta mondială de grâu s-a triplat, ajungând la aproape 775 de milioane de tone, în vreme ce populația a crescut de 2,3 ori, rezultând o medie pe cap de locuitor mai mare cu aproape 25% și menținând un nivel confortabil al proviziilor globale de făină de grâu, necesară pentru crocanta pâine *Bauernbrot* germană (din grâu și secară), pentru tăiței *udon* japonezi (făină de grâu, puțină sare, apă) și rețeta clasică de *mille-feuille* (foitajul pufos folosit pentru foi conține doar făină, unt și puțină apă).

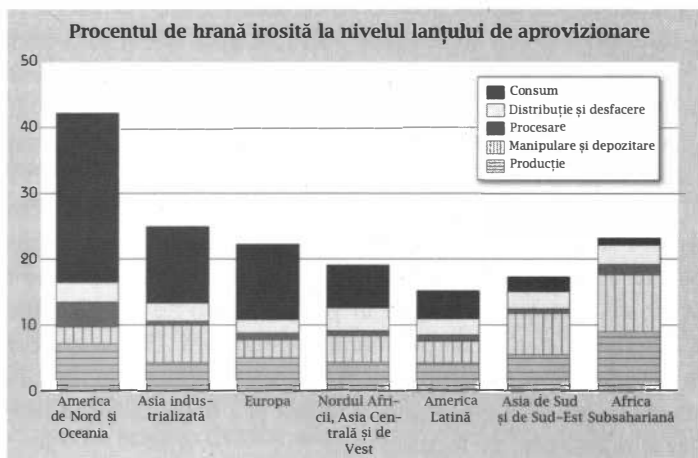
Dar există și motive de îngrijorare. Randamentele medii ale recoltelor de grâu au scăzut nu numai în cele mai productive țări UE, ci și în China, India, Pakistan și Egipt, unde rămân cu mult sub media UE. Motivele sunt variate, de la restricțiile ecologice în folosirea îngrășămintelor azotate până la lipsa apei în unele regiuni. În același timp, producțiile de grâu ar trebui să beneficieze de niveluri mai ridicate de CO₂ în atmosferă, iar progresele agronomice ar trebui să contribuie la anularea unor diferențe de randament (de exemplu, diferențele între potențialul de producție al unei regiuni și productivitatea reală). Dar, oricum ar sta lucrurile, am avea nevoie de cantități mult mai mici de grâu dacă am reuși, în sfârșit, să reducem risipa impardonabilă de hrană.

Amploarea de neiertat a risipei de hrană la nivel mondial

Lumea risipește hrana la un nivel care trebuie descris ca fiind excesiv, impardonabil și, ținând cont de toate celelalte motive de îngrijorare referitoare la starea ecologică globală și la calitatea vieții umane, este de-a dreptul de neînțeles. Organizația Națiunilor Unite pentru Alimentație și Agricultură estimează că, la nivel mondial, pierderile anuale se ridică la 40% — 50% pentru rădăcinoase, fructe și legume, 35% pentru pește, 30% pentru cereale și 20% pentru oleaginoase, carne și produse lactate. Asta înseamnă că, la nivel global, cel puțin o treime din totalul produselor alimentare recoltate este irosită.

Motivele irosirii alimentelor diferă. În cele mai sărace țări, acest lucru se întâmplă cel mai adesea din cauza depozitării precare (rozătoarele, insectele și ciupercile se hrănesc cu semințe, legume și fructe depozitate necorespunzător) sau a lipsei capacității de refrigerare (provocând deteriorarea rapidă a cărnii, peștelui și produselor lactate). De aceea, în Africa Subsahariană, cele mai multe deșeuri sunt produse înainte ca hrana să ajungă la consumatori. Pe de altă parte, în țările bogate, principala cauză este, pur și simplu, decalajul dintre producția excesivă și consumul real: în ciuda frecvenței ridicate a supraalimentării, majoritatea națiunilor cu venituri ridicate pun la dispoziția cetățenilor rații de hrană care ar fi recomandate, în general, unor tăietori de lemne sau mineri, nu unei populații în mare parte sedentară și în curs de îmbătrânire.

Deloc surprinzător, Statele Unite sunt principalul culpabil la acest capitol și avem o sumedenie de informații pentru calcularea excesului. În SUA, rezerva zilnică de hrană este de



aproximativ 3 600 de kilocalorii de persoană. Vorbim despre rezervă, nu consum — ceea ce este un lucru bun.

Dacă omitem bebelușii și octogenarii care nu-și pot părăsi locuințele, a căror nevoie zilnică este mai mică de 1 500 de kilocalorii, rezultă că rezerva disponibilă pentru adulți este de 4 000 de kilocalorii; americanii mănâncă mult, dar n-ar putea mânca chiar așa de mult în fiecare zi. Departamentul pentru Agricultură al Statelor Unite (USDA) a modificat aceste cifre, luând în calcul „alterarea și alte deteriorări” și a stabilit că media zilnică reală disponibilă pentru consum este de aproximativ 2 600 de kilocalorii de persoană. Dar nici această cifră nu este în întregime corectă. Ambele sondaje referitoare la consumul raportat de alimente (efectuate de Institutul Național de Sondare a Sănătății și Nutriției) și calculele efectuate pe baza cerințelor metabolice preconizate indică faptul că media reală a aportului zilnic este de 2 100 de kilocalorii de persoană. Dacă scădem cele 2 100 kcal/cap de locuitor din 3 600 kcal/cap de locuitor, rezultă o risipă de 1 500 kcal/cap de locuitor, ceea ce înseamnă că aproximativ 40% din hrana americană este aruncată la gunoi.

Lucrurile nu au stat dintotdeauna așa. La începutul anilor 1970, USDA estima că media hranei pe cap de locuitor (ajustată

la pierderile dinaintea desfacerii cu amănuntul) era sub 2 100 de kilocalorii pe zi, cu aproape 25% mai mică decât în prezent. Institutul Național pentru Diabet, Boli Digestive și Renale estimează că risipa de alimente pe cap de locuitor a Statelor Unite a crescut, între 1974 și 2005, cu 50% și că, de atunci, problema s-a agravat.

Dar chiar dacă pierderea medie zilnică din SUA ar fi în continuare de 1 500 de kilocalorii pe cap de locuitor, un calcul simplu arată că, în 2020 (la aproximativ 333 de milioane de locuitori), alimentele risipite ar putea oferi o nutriție adecvată (2 200 de kilocalorii de persoană) pentru încă 230 de milioane de oameni, ceva mai mult decât întreaga populație a Braziliei, cea mai mare țară din America Latină și a șasea în topul mondial al numărului de locuitori.

Cu toate astea, deși risipesc atâta hrană, americanii mănâncă totuși mult mai mult decât este sănătos pentru ei. Frecvența obezității — definită printr-un indice al masei corporale mai mare de 30 — a crescut, între 1962 și 2010, de mai bine de două ori, de la 13,4% la 35,7%, în rândul adulților de peste 20 de ani. Dacă adăugăm la această cifră și persoanele supraponderale (cu un IMC între 25 și 30), descoperim că, în rândul adulților, 74% dintre bărbați și 64% dintre femei au un exces de greutate. Întrucât obezitatea este o afecțiune care te urmărește toată viața, cel mai îngrijorător este faptul că proporția a urcat în prezent la peste 50% chiar și pentru copiii mai mari de șase ani.

Programul de Acțiune pentru Deșeuri și Resurse din Marea Britanie (WRAP) ne oferă perspective diferite, urmărind fenomenul în cele mai mici detalii. În Marea Britanie, risipa totală de alimente se ridică la aproximativ 10 milioane de tone pe an și la o valoare de 15 miliarde de lire sterline (circa 20 de miliarde de dolari), părțile necomestibile (piele, coji, oase) reprezentând doar 30% din total — deci 70% dintre alimentele irosite ar fi putut să fie consumate! WRAP a raportat și motivele acestui proces: aproape 30% dintre deșeuri se datorează „neutilizării la timp“, o treime depășirii „datei de expirare“, aproximativ 15% pentru că s-a gătit sau servit în exces, iar restul se pierde

din alte motive, printre care preferințele personale, mofturile și accidentele.

Risipa de alimente nu are totuși legătură doar cu hrana irosită — ea presupune, în mod inevitabil, o risipă semnificativă de forță de muncă și energie, utilizate direct pentru operarea mașinilor agricole și a pompelor de irigare și, indirect, pentru producerea oțelului, aluminiului și materialelor plastice necesare mecanizării și sintetizării îngrășămintelor și pesticidelor. Efortul agricol suplimentar dăunează totodată mediului, provocând eroziunea solului, levigarea nitraților, pierderea biodiversității și dezvoltarea bacteriilor rezistente la antibiotice; iar producția de alimente irosite este, probabil, responsabilă pentru circa 10% dintre emisiile globale de gaze cu efect de seră.

Țările bogate trebuie să producă mult mai puține alimente și să le consume generând considerabil mai puține deșeuri. Cu toate acestea, sloganul creșterii producției alimentare este scan-dat mai puternic ca oricând. Cea mai recentă formă a sa susține o producție sporită prin inundarea pieței cu carne falsă, derivată din proteine leguminoase modificate. Cum ar fi însă dacă, în schimb, am încerca să diminuăm risipa de hrană, ajungând la un nivel acceptabil al pierderilor? Reducerea deșeurilor alimentare la jumătate ar conduce la o folosire mai rațională a alimentelor la nivel mondial, iar beneficiile ar fi uriașe: WRAP estimează că un dolar investit în prevenirea risipei de alimente are, prin beneficiile asociate, un randament de 14 ori mai mare. Nu este acesta un argument suficient de convingător?

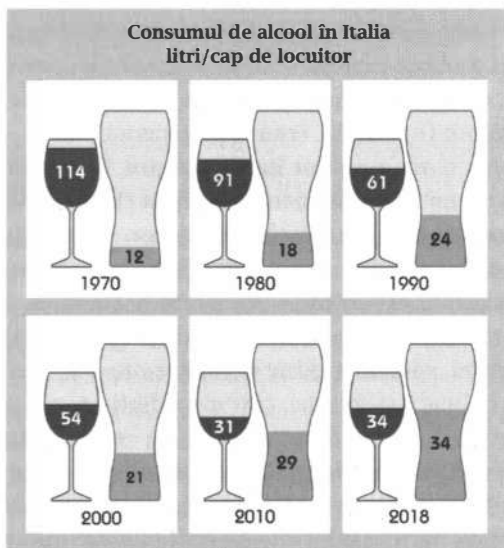
Un „adio“ spus treptat dietei mediteraneene

Beneficiile dietei mediteraneene au devenit cunoscute pe scară largă după 1970, când Ancel Keys a publicat prima parte a studiului său pe termen lung dedicat nutriției și stării de sănătate în Italia, Grecia și alte cinci țări și în care a constatat că, în aceste regiuni, incidența bolilor de inimă era una scăzută.

Trăsăturile-cheie ale dietei sunt consumul ridicat de carbohidrați (în special pâine, paste și orez), completat de leguminoase (fasole, mazăre, năut), nuci, produse lactate (în principal brânză și iaurt), fructe, legume, fructe de mare și alimente de sezon ușor procesate, gătite, în general, cu ulei de măsline. Dieta include, de asemenea, cantități mult mai modeste de zahăr și carne. Și, cel mai bun lucru dintre toate, mult vin. Acest nărav nu este recomandat în prezent de dieteticieni, dar este clar că dieta mediteraneeană reduce riscul afecțiunilor cardi-ovasculare și al anumitor tipuri de cancer cu aproximativ 10%, oferind o oarecare protecție și împotriva diabetului de tip II. Nu există prea multe îndoieli că, dacă țările occidentale ar fi adoptat în masă această alimentație, nu ar fi atins niciodată nivelurile de obezitate prevalente în ziua de astăzi. În 2013, UNESCO a înscris dieta pe lista Patrimoniului Cultural Imaterial al Umanității, Croația, Cipru, Grecia, Italia, Maroc, Portugalia și Spania fiind țări de destinație.

Totuși, chiar și în aceste paradisuri de sănătate există o problemă în creștere: dieta mediteraneeană adevărată este practică în prezent doar în anumite avanposturi izolate de coastă sau montane. Tranziția alimentară a fost rapidă și de mare amploare, în special în cele mai populate două țări din regiune, Italia și Spania.

Consumul de alcool în Italia
litri/cap de locuitor



În ultimii 50 de ani, dieta italienilor a devenit *mai* mediteraneeană doar prin consumul de fructe, care a crescut cu aproape 50%. Între timp, consumul de grăsimi animale și carne s-a triplat. Uleiul de măsline furnizează acum mai puțin de jumătate din totalul grăsimilor dietetice și — incredibil! — consumul de paste este în scădere, la fel și cel de vin, cu aproape 75%. Italienii cumpără acum la fel de multă bere ca și vin *rosso* și *bianco*.

Regresul Spaniei față de dieta mediteraneeană a fost și mai rapid, și mai complex. Spaniolii apreciază în continuare fructele de mare, al căror consum a crescut, dar s-au îndepărtat de cereale, produse vegetale și legume. Uleiul de măsline furnizează acum mai puțin de jumătate din consumul național de grăsimi. Și, remarcabil, spaniolii beau acum, în medie, în jur de 20 de litri de vin pe an, adică mai puțin de jumătate din cantitatea de bere pe care o consumă. Comparabil cu ceea ce se întâmplă în Germania și Olanda!

Există oare un simbol mai puternic decât faptul că se bea mai multă *cerveza* decât *tinto*? Majoritatea europenilor (care

păstrează în memorie vechile tipare dietetice) nu știu că rația anuală de carne pe cap de locuitor, de doar 20 de kilograme în 1975, când a murit Franco, este în prezent de aproape 100 de kilograme, cu mult mai mare decât alte țări tradițional mai car-nivore, precum Germania, Franța și Danemarca.

Și perspectivele nu sunt încurajatoare. În rândul tinerilor s-a impus un nou tipar alimentar, aceștia cumpărând mult mai puține alimente proaspete decât părinții lor. Spania, de exemplu, este plină de restaurante McDonald's, KFC, Taco Bells și Dunkin' Donuts sau Dunkin' Coffee, cum se numește la ei. Abordarea globală, bazată pe consumul de produse fast-food, cu multă carne, grăsimi, sărate și pline de zahăr, nu doar că elimină o moștenire culinară străveche, ci și unul dintre puținele avantaje pe care lumea de altădată le avea față de cea modernă.

Motivele acestei schimbări sunt universale. Veniturile mai mari permit aporturi crescute de carne, grăsimi și zahăr. Famili-ile tradiționale au fost înlocuite de gospodăriile în care locuiesc una sau două persoane, ambele aducătoare de venit, care gătesc mai puțin acasă și cumpără mai multe alimente pregătite de-a gata. Iar stilul de viață ocupat promovează consumul de gustări și alimente preambalate. Nu este de mirare că rata obezității a crescut atât în Spania și Italia, cât și în Franța.

Să ne gândim puțin la ton... Hidrodinamica aproape perfectă și propulsia eficientă, alimentată de mușchii cu sânge cald, care circulă în tot corpul, îl fac un înotător remarcabil. Exemplele mari pot atinge 70 de kilometri pe oră, aproximativ 40 de noduri — mult mai rapide decât un submarin și chiar decât o barcă cu motor.

Dar mărimea și carnea lui gustoasă au adus acest pește maiestuos în pragul dispariției. Carnea albă din conserve provine de la tonul alb, o specie relativ abundentă — un pește mai mic, de regulă sub 40 de kilograme (carnea roșie conservată provine de la bonita cu abdomen vârgat, o altă specie numeroasă de ton de dimensiuni reduse). În schimb, tonul roșu (în japoneză, *maguro* sau *hon-maguro*, „ton adevărat”) a fost dintotdeauna cel mai rar ton. Exemplele adulte pot depăși 3 metri și pot cântări peste 600 de kilograme.

Tonul roșu este în Japonia prima opțiune pentru sashimi și sushi. Când aceste feluri de mâncare au devenit populare în Edo (Tokyo), în secolul al XIX-lea, bucățile de carne erau tăiate inițial din mușchii interiori, mai puțin grași, de culoare roșie (*akamî*); ulterior, preferințele s-au îndreptat către părțile laterale ale corpului, de sub mijloc (carnea grasă *chûtoru*) și către burta peștelui (cu o carne și mai grasă, *ôtoro*). Exemplele deosebite de ton roșu au început să se vândă în Tokyo la licitațiile de revelion. Cel mai recent record a fost stabilit în 2019: 3,1 milioane de dolari pentru un pește de 278 de kilograme, capturat în nordul Japoniei. Adică mai mult de 11 100 de dolari pe kilogram!

Japonia consumă aproximativ 80% din captura mondială de ton roșu, mult peste cota care îi revine, și, pentru a acoperi acest



Un nou preț-record pentru un ton roșu

deficit, se apelează la importuri, fie în stare proaspătă, pe cale aeriană, fie în stare congelată, gata curățat și eviscerat. Cererea în creștere este tot mai des satisfăcută prin capturarea peștilor în sălbăticie și apoi îngrășarea lor în cuști, unde sunt hrăniți cu sardine, macrou și hering. Cererea atinge în prezent noi maxime, pe măsură ce moda sushi-ului l-a transformat într-un fel de mâncare preferat la nivel mondial.

Captura globală raportată a celor trei specii de ton roșu este actualmente de aproximativ 75 000 de tone pe an. E mai puțin decât în urmă cu 20 sau 40 de ani, dar capturile ilegale și subraportarea acostărilor, fenomene larg răspândite și constante timp de decenii, rămân substanțiale. Un demers temerar, care compară jurnalele de bord ale flotei japoneze de pescadare specializate în captura de ton roșu (considerate extrem de precise) și cantitatea de pește vândută pe piețele din Japonia dezvăluie o discrepanță cel puțin dublă.

Principalele țări implicate în industria pescuitului au rezistat oricărei reduceri serioase a cotelor de pescuit. Prin urmare, singura modalitate de a asigura supraviețuirea pe termen lung

este oprirea comerțului pentru cele mai periclitate specii. În 2010, World Wildlife Fund, experți în domeniul pescuitului ai Organizației Națiunilor Unite pentru Alimentație și Agricultură și ai Principatului Monaco au cerut interzicerea comerțului internațional cu ton roșu din mările nordice, dar propunerea a fost respinsă. În plus, chiar și o interzicere totală a pescuitului în Marea Mediterană și în nord-estul Atlanticului s-ar putea dovedi tardivă pentru prevenirea prăbușirii arealului de pescuit al tonului roșu.

Și, din păcate, este foarte dificil să crești, din icre, toni roșii la o fermă maritimă, ca să zic așa, pentru că, în mare parte, puietul mic și fragil nu rezistă primelor trei sau patru săptămâni de viață. Cea mai reușită antrepriză japoneză, Laboratorul Halieutic al Universității Kindai, a lucrat aproape 30 de ani la perfecționarea procesului, însă, chiar și așa, doar 1% dintre pești au supraviețuit până la maturitate.

Scăderea capturilor și provocările agricole au dus la o etichetare greșită în toată lumea, în special în Statele Unite. Există șanse foarte mari să mănânci o altă specie decât cele care figurează în meniul restaurantelor: în SUA, mai mult de jumătate din tonul servit în restaurante și magazinele de sushi este etichetat greșit!

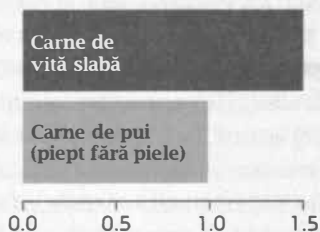
Generații întregi, carnea preferată în Statele Unite a fost cea de vită, urmată de cea de porc. În 1976, când consumul anual de vită a atins apogeul, ajungând la circa 40 de kilograme (fără os) pe cap de locuitor, acesta reprezenta aproape jumătate din cantitatea de carne consumată; carnea de pui reprezenta doar 20%. Dar, până în 2010, puiul a recuperat teren și, în 2018, ponderea sa era de 36% din total, cu aproape 20% mai mult decât vita. În prezent, americanii consumă anual, în medie, 30 de kilograme de carne de pui fără os, cumpărată preponderent gata porționată sau procesată (cum este pieptul de pui dezosat de la Chicken McNuggets).

Obsesia constantă a americanilor pentru dietă — în acest caz, frica de colesterolul din alimente sau de grăsimile saturate din carnea roșie — a fost unul dintre factorii acestei schimbări. Cu toate acestea, diferențele nu sunt izbitoare: 100 de grame de carne slabă de vită conțin 1,5 grame de grăsimi saturate, prin comparație cu 1 gram pentru pieptul de pui fără os (care are, de fapt, mai mult colesterol). Dar principalul motiv pentru ascensiunea puiului a fost prețul său mai mic, ce reflectă avantajul său metabolic: niciun alt animal domestic terestru nu poate transforma furajul în carne la fel de eficient ca puii broiler, denumirea puilor hrăniți și crescuți special pentru producția de carne. Progresele crescătoriilor moderne au mult de-a face cu această eficiență.

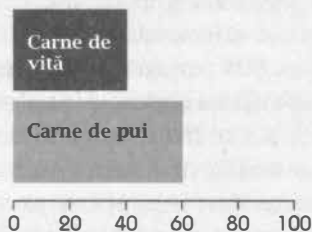
În anii 1930, media eficienței de furajare a puilor de carne (de aproximativ 5 unități de furaj per unitate de greutate în viu) nu era superioară celei a porcilor. Această rată a furajării a scăzut la jumătate la mijlocul anilor 1980, iar cele mai recente raporturi dintre furaj și carne calculate de Departamentul pentru

De ce carnea de pui este la putere

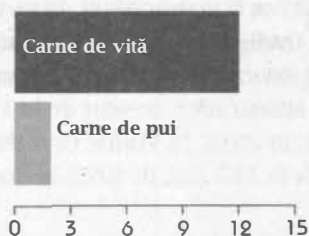
**Grame de grăsimi saturate la
100 de grame de carne**



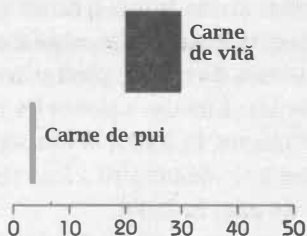
**Greutate consumabilă,
în procente**



**Unități de furaj per unități de
greutate în viu**



**Unități de furaj per unități de
carne consumabilă**



Media eficienței de conversie a furajului în carne



Agricultură al SUA arată că, în prezent, este nevoie doar de 1,7 unități de furaj (folosind pentru standardizare furajul de porumb) pentru a produce o unitate de carne de pui în viu (înainte de sacrificare), comparativ cu aproape 5 unități de furaj pentru porci și aproape 12 unități pentru bovine.

Deoarece greutatea consumabilă, ca pondere din greutatea vie, diferă substanțial în cazul principalelor specii de carne (circa 60% pentru pui, 53% pentru porc și doar 40% pentru vită), recalcularea eficienței furajării per unitate de carne consumabilă este și mai lămuritoare. Ultimele raporturi au fost calculate la 3–4 unități de furaj per unitate de carne consumabilă pentru puii broiler, 9–10 pentru porc și 20–30 pentru vită. Aceste cifre corespund cu media eficienței de conversie a furajului în carne, care este de 15%, 10%, respectiv 4%.

În plus, puii broiler au fost crescuți pentru a se maturiza mai repede și a acumula o cantitate de carne fără precedent. Păsările crescute în aer liber, după metode tradiționale, erau sacrificate la vârsta de un an, când cântăreau doar în jur de un kilogram. Greutatea medie a puilor de carne americani a crescut de la 1,1 kilograme, în 1925, la aproape 2,7, în 2018, în vreme ce intervalul tipic de hrănire a fost redus de la 112 zile, în 1925, la doar 47 de zile, în 2018.

Consumatorii au de câștigat, iar păsările de suferit. Acestea se îngrașă foarte repede, pentru că pot mânca în voie, în timp ce sunt ținute în întuneric și sub strictă supraveghere. Întrucât consumatorii preferă pieptul de pui slab, prin selecția puilor cu piepturi excesiv de mari, centrul de greutate al păsărilor este împins în față, mișcările naturale sunt împiedicate, iar picioarele și inimile lor sunt supuse presiunii. Oricum, păsările nu se pot mișca; conform Consiliului Național al Cărnii de Pui, suprafața alocată unui pui broiler este de doar 560–650 cm², puțin mai mare decât o foaie de hârtie A4. Fiindcă perioadele lungi de întuneric favorizează creșterea, puii cresc sub o intensitate a luminii asemănătoare amurgului. Aceste condiții le perturbă ritmurile circadiene și comportamentale normale.

Pe de o parte, în spațiile întunecate și închise, am obținut o durată redusă de viață (mai puțin de șapte săptămâni pentru o pasăre a cărei speranță normală de viață este de până la opt ani) și corpuri malformate; pe de altă parte, la sfârșitul anului 2019, am obținut prețuri de vânzare cu amănuntul de aproximativ 2,94 dolari pe livră (6,47 dolari/kg) pentru pieptul de pui dezosat, prin comparație cu 4,98 dolari/livră pentru pulpa de vită și 8,22 dolari/livră pentru vrăbioara la alegere.

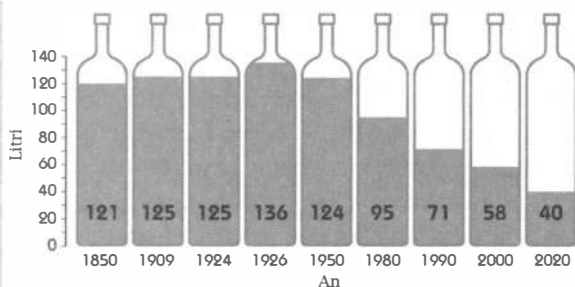
Dar domnia puiului nu a devenit încă globală; grație poziției sale dominante în China și Europa, carnea de porc are deocamdată, la nivel mondial, un avantaj de aproximativ 10%, în vreme ce carnea de vită este cea mai importantă pentru majoritatea țărilor sud-americe. Cu toate acestea, peste un deceniu sau două, puii de carne crescuți în masă, în spații închise, vor ajunge aproape cu siguranță pe locul întâi. Având în vedere această realitate, consumatorii ar trebui să fie dispuși să plătească un preț ceva mai mare pentru ca producătorii să facă mai puțin stresantă scurta existență a puilor de carne.

Franța și vinul, ce legătură simbolică — și, secole la rând, atât de trainică! Viticultura, introdusă de greci cu mult înainte ca romanii să cucerească Galia, larg răspândită în Evul Mediu și devenită în cele din urmă un simbol al calității (Bordeaux, Bourgogne, Champagne), atât în țară, cât și în străinătate, împreună cu consumul și exportul de vin au căpătat de multă vreme un statut-cheie pentru identitatea națională. Țara a produs și a băut vin dintotdeauna în cantități copioase, fermierii și sătenii din regiunile viticole consumându-și propriile recolte, iar orașele și orașenii bucurându-se de o gamă largă de gusturi și prețuri.

În Franța, statisticile periodice ale consumului anual de vin datează din 1850, cu o medie ridicată, de 121 litri pe an — aproape două pahare medii (175 de mililitri) pe zi. Până în 1890, infestarea cu filoxeră (începută în 1863) a redus recolta de struguri a țării cu aproape 70%, comparativ cu vârful din 1875, iar podgoriile franceze au trebuit regenerate prin altoirea cu soiuri rezistente (majoritatea americane). Ca urmare, consumul anual de vin a fluctuat, dar importurile în creștere (în 1887, erau cât jumătate din producția internă) au împiedicat orice scădere accentuată a rezervei totale, iar regenerarea ulterioară a podgoriilor a făcut ca, în 1909, să se atingă cantitatea maximă a consumului de vin pe cap de locuitor pentru perioada antebelică. Această cotă a fost egalată în 1926, iar până în 1950 a crescut puțin, ajungând în jur de 124 de litri.

Nivelul de trai postbelic al francezilor a rămas surprinzător de scăzut: conform recensământului din 1954, doar 25% dintre locuințe aveau toaletă în interior și doar 10% aveau cadă, duș sau încălzire centrală. Dar toate acestea s-au schimbat rapid în anii 1960, iar creșterea bunăstării a provocat, de asemenea,

Consumul de vin pe cap de locuitor în Franța



modificări notabile în alimentație și un declin al consumului de vin. Până în 1980, media anuală pe cap de locuitor a scăzut la aproximativ 95 de litri pe an, până în 1990, la 71 de litri, iar până în anul 2000, la doar 58 de litri, înjumătățindu-se practic pe parcursul secolului XX. Secolul actual a înregistrat noi scăderi, iar cele mai recente date disponibile arată o medie de doar 40 de litri pe an, cu 70% sub recordul din 1926. Sondajul din 2015 (care va fi repetat în 2020) referitor la consumul de vin detaliază diferențele profunde dintre sexe și generații, explicând tendința de scădere.

Cu patruzeci de ani în urmă, mai mult de jumătate dintre adulții francezi beau vin aproape zilnic, dar, în prezent, ponderea adulților care beau regulat vin este de doar 16%. Mai precis, aceasta este de 23% în rândul bărbaților, 11% în rândul femeilor, respectiv 1% pentru categoria de vârstă 15–24 de ani, 5% pentru cei între 25 și 34 de ani și 38% pentru persoanele de peste 65 de ani. Evident, această diferență între sexe și generații nu oferă nicio promisiune pentru creșterea consumului în viitor și ea este valabilă pentru toate băuturile alcoolice: berea, lichiorurile și cidrul au înregistrat, de asemenea, o scădere treptată a consumului, în vreme ce printre băuturile cu cea mai mare

creștere pe cap de locuitor se numără apa minerală și de izvor (care, din 1990, și-a dublat cota), sucurile de fructe și băuturile răcoritoare carbogazoase.

Pe măsură ce consumul de vin s-a transformat dintr-un obicei regulat într-un răsfăț ocazional, Franța a cedat întâietatea istorică la acest capitol Sloveniei și Croației (ambele cu aproximativ 45 de litri pe cap de locuitor anual). Dar, deși nicio altă țară tradițional consumatoare de vin nu a înregistrat scăderi mai mari decât Franța — atât în termeni absoluți, cât și relativi —, Italia s-a situat în apropiere, iar consumul de vin a scăzut, totodată, și în Spania și Grecia.

Cu toate acestea, există o tendință pozitivă, întrucât exporturile Franței sunt în continuare importante, stabilind un nou record în 2018 (circa 11 miliarde de dolari). Prețul ridicat al produselor franceze este dovedit de faptul că, deși acestea reprezintă doar 15% din comerțul mondial de vinuri și băuturi alcoolice, procentul din valoarea totală este de 30%. Americanii (al căror consum mediu de vin pe cap de locuitor a crescut cu peste 50% în ultimii 20 de ani) sunt cei mai mari importatori de vinuri franceze, iar cererea chinezilor recent îmbogățiți revendică o pondere tot mai mare din vânzări.

Însă, din păcate, în țara care a oferit lumii nenumărate *vins ordinaires*, precum și exorbitant de scumpele *Grands Crus Classés*, clinchetul paharelor aburite și urările de *santé* au devenit un obicei pe cale de dispariție.

Consumul de carne, în general (și carnea de vită, în special), a intrat acum pe o listă de obiceiuri extrem de indezirabile, întrucât vechile motive de îngrijorare referitoare la inconvenientele consumului — care variază de la presupusele efecte nocive asupra sănătății până la exploatarea terenurilor extrem de înalte și amprenta foarte mare de apă necesară pentru creșterea furajului — au fost completate de avertismentele aproape apocaliptice față de metanul eliminat de vite, ca factor-cheie al schimbărilor climatice globale. Realitățile nu sunt chiar atât de aprinse. Suntem — asemenea cimpanzeilor, primatele cel mai strâns înrudite cu noi, care vânează cu pasiune alte animale mai mici, cum ar fi alte maimuțe sau exemplare tinere de porci sălbatici — o specie omnivoră, carnea fiind mereu o parte importantă a alimentației noastre normale. Carnea (împreună cu laptele și ouăle) este o sursă alimentară completă de proteine, necesare creșterii; ea conține vitamine importante (mai presus de toate, complexul B) și minerale (fier, zinc, magneziu); de asemenea, este o sursă alimentară satisfăcătoare de lipide (grăsimi care oferă senzația de sațietate și sunt, prin urmare, foarte apreciate de toate societățile tradiționale).

În mod inevitabil, animalele, în special vitele, convertesc inefficient furajul în carne (vezi „De ce carnea de pui este la putere“, p. 222), iar țările bogate și-au extins producția de carne într-o asemenea măsură încât principala sarcină a agriculturii nu o mai reprezintă în prezent culturile agricole destinate oamenilor, ci furajării animalelor. În America de Nord și Europa, aproximativ 60% din recolta totală este acum destinată producției de furaje, nu direct alimentației. Acest lucru are, desigur, consecințe majore asupra mediului, în special din cauza nevoii sporite de



***Bucătăria grașilor:* Pieter van der Heyden, după Pieter Bruegel**

îngrășămintele azotate și apă. Pe de altă parte, ne putem face o idee destul de greșită dacă invocăm cifrele volumului mare de apă necesar producției de furaje pentru bovine. Necesarul minim de apă pe kilogram de carne de vită dezosată este, într-adevăr, ridicat, de ordinul a 15 000 de litri, însă doar o jumătate de litru ajunge să fie încorporată în carne, mai mult de 99 de procente fiind necesare pentru creșterea furajelor și reintrând, în cele din urmă, în atmosferă prin evaporare, transpirația plantelor și ploi.

În privința efectelor consumului de carne asupra sănătății, studiile efectuate pe scară largă arată că un consum moderat nu este asociat cu niciun efect advers, dar, dacă nu ai încredere în metodologia lor, poți compara, pur și simplu, media națională a speranței de viață (vezi capitolul următor) cu media consumului de carne pe cap de locuitor. În vârful clasamentului longevității

sunt japonezii (care consumă carne cu moderație; în 2018, aproximativ 40 de kilograme de carne în carcasă pe cap de locuitor), urmați de elvețieni (importanți consumatori de carne, cu peste 70 de kilograme), spanioli (cei mai mari consumatori de carne din Europa, cu peste 90 de kilograme), italieni (aflați în imediata lor apropiere, cu peste 80 de kilograme) și australieni (peste 90 de kilograme, dintre care doar 20 kg carne de vită). Și cu asta gata despre legătura dintre carne și longevitate.

În același timp, alimentația japoneză (de fapt, alimentația din Asia de Est, în general) arată că nu există beneficii suplimentare pentru sănătate sau pentru longevitate datorate consumului de carne și acesta este motivul pentru care sunt un susținător acerb al consumului rațional de carne, bazat pe aporturi moderate din producția cu un impact ecologic foarte redus. Componentele-cheie ale acestei adoptări globale ar fi modificarea procentelor celor trei categorii de carne dominante. În 2018, producția mondială de circa 300 de milioane de tone de carne a fost împărțită în felul următor: 40% carne de porc, 37% carne de pui, respectiv 23% carne de vită; dacă am modifica procentele, obținând cote de 40%, 50% și 10%, am reuși cu ușurință (grație economiei făcute la furajele cerealiere prin reducerea producției ineficiente de carne de vită) să producem cu 30% mai multă carne de pui și 20% carne de porc, înjumătățind totodată povara ecologică a producției de carne de vită, furnizând, în același timp, cel puțin 10% mai multă carne.

Noua cantitate totală de carne ar fi de aproape 350 de milioane de tone și ar genera un raport de aproximativ 45 de kilograme de carcasă sau 25–30 de kilograme de carne comestibilă (fără os) pentru fiecare dintre cei 7,75 miliarde de locuitori ai planetei de la începutul anului 2020!

Această cantitate este similară cu cea medie consumată în ultimii ani în Japonia și comparabilă cu cea preferată în prezent de o pondere semnificativă a populației Franței — o națiune consumatoare de carne prin excelență: un studiu francez recent arată că aproape 30% dintre locuitori au devenit *petits*

consommateurs, cu aporturi (de carne comestibilă) de doar 80 de grame pe zi sau aproximativ 29 de kilograme pe an.

Din perspectivă nutrițională, aportul anual de 25–30 de kilograme de carne comestibilă (presupunând un conținut de proteine de 25%) oferă aproximativ 20 de grame de proteine complete pe zi: cu 20% mai mult decât media recentă, dar obținute cu un impact mult redus asupra mediului și oferind toate beneficiile pentru sănătate și longevitate de care are parte un consumator moderat de carne.

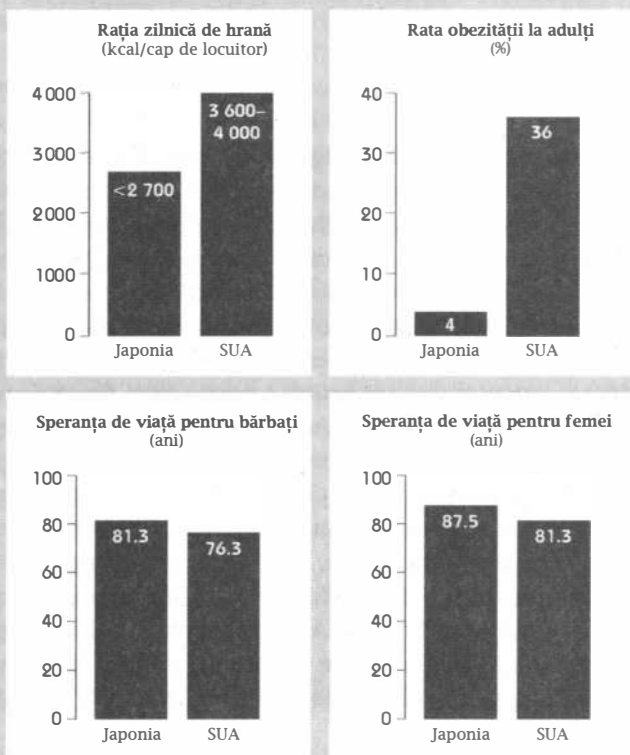
Prin urmare, de ce nu am adopta obiceiurile practicate atât de cea mai longevivă populație, cât și de francezii inteligenți? Ca în multe alte privințe, moderația se poate dovedi o soluție de durată...

Japonia modernă este o țară bogată pe hârtie, dar ai cărei locuitori sunt nevoiți să străbată distanțe lungi spre serviciu, în mijloace de transport înghesuite, să lucreze până seara târziu, beneficiind doar de vacanțe scurte, o țară cu încă prea mulți fumători, în care presiunile sociale pentru respectarea regulilor tradiționale sunt enorme. Totodată, există un risc omniprezent de cutremure majore, de erupții vulcanice (în multe părți ale țării) și amenințarea sezonieră a unor valuri de caniculă și taifunuri uriașe (ca să nu mai vorbim de vecinătatea cu Coreea de Nord...). Cu toate acestea, în Japonia, speranța de viață la naștere este mai mare decât în cazul altor țări. Cele mai recente cifre (femei/bărbați, valabile pentru intervalul 2015–2020) sunt: 87,5/81,3 ani pentru Japonia, 86,1/80,6 ani pentru Spania, 85,4/79,4 ani pentru Franța, 82,9/79,4 ani pentru Marea Britanie și 81,3/76,3 ani pentru SUA. Și mai remarcabil este faptul că, la 80 de ani, o japoneză are o speranță de viață suplimentară de 12 ani, prin comparație cu 10 ani în SUA și 9,6 ani în Marea Britanie.

Oare explicația ține de trăsăturile genetice unice? Cel mai probabil, nu, întrucât insulele au fost populate de imigranți de pe continentul învecinat — și, recent, un studiu amănunțit, care a analizat structura genetică și evoluția populației japoneze, a confirmat că trăsăturile profilului moștenit provin mai ales din Coreea, dar și de la populația Han din China și din zonele geografice din Asia de Sud-Est.

Atunci, poate că explicația ține de convingerile religioase, puternice și larg răspândite, de faptul că mintea este mai presus decât materia? Dar, mai degrabă decât religiozitatea, definitorie pentru mentalitatea japoneză este spiritualitatea și nu

Japonia vs. SUA



există dovezi că tradiționalele credințe religioase sunt însușite cu mai multă tărie decât în cazul altor națiuni numeroase, cu o moștenire culturală străveche.

Prin urmare, cea mai bună explicație ar trebui să fie alimentația, dar care parte din ea? Nu este prea util să ne concentrăm asupra mâncărilor naționale preferate. Sosul de soia (*shōyu*) este întâlnit totodată în mare parte din Asia Continentală, din Myanmar până în Filipine, la fel și pasta din boabe

de soia (*tōfu*) și, într-o măsură mai mică, *nattō* (un alt fel de mâncare pe bază de soia, numai că fermentată). Poate că diferă nuanțele de culoare, însă ceaiul japonez — *ryokuchā* sau, pur și simplu, *ochā*, frunzele de *Camellia sinensis* cel mai puțin procesate — provine din China, țara care este, în continuare, cea mai mare producătoare și consumatoare de ceai (nu și în privința consumului pe cap de locuitor). Însă bilanțurile alimentare (evidențele despre aprovizionarea comercială cu amănuntul, excluzând deșeurile alimentare) prezintă diferențe importante de compoziție între macronutrienții alimentațiilor obișnuite japoneze, franceze și americane. Alimentele de origine animală furnizează 35% din totalul energiei alimentare din Franța, 27% în SUA, însă numai 20% în Japonia.

Doar că această preferință pentru o alimentație semnificativ bazată pe plante este mai puțin importantă decât ponderea energiei alimentare provenită din grăsimi (lipide, de origine vegetală sau animală) și din zahăr și alți îndulcitori. Atât în SUA, cât și în Franța, grăsimile alimentare asigură de aproape două ori (1,8, mai exact) mai multă energie alimentară decât în Japonia, în timp ce americanii au la dispoziție zilnic de aproape 2,5 ori mai mult zahăr și îndulcitori decât japonezii (în SUA, dominant este siropul de porumb, cu un conținut ridicat de fructoză) și de 1,5 mai mult decât francezii. Ținând cont că acestea sunt doar corelații statistice largi, nu afirmații cauzale, am putea concluziona că, prin eliminarea factorilor nutriționali probabili, aporturile reduse de zahăr și grăsimi ar putea fi niște factori codeterminanți importanți ai longevității.

Dar aceste aporturi relativ scăzute fac parte din ceea ce, după părerea mea, reprezintă, de departe, cel mai important factor explicativ al autenticei excepționalități japoneze: remarcabil de modesta medie a rației de alimente pe cap de locuitor. În timp ce bilanțul alimentar al aproape tuturor țărilor occidentale bogate (fie că este vorba despre SUA, Spania, Franța sau Germania) arată o disponibilitate zilnică între 3 400 și 4 000 de kilocalorii pe cap de locuitor, cota japoneză este în prezent sub 2 700 de kilocalorii, cu 25% mai mică. Desigur, consumul mediu real nu poate

fi de 3 500 de kilocalorii pe zi (doar bărbații de statură mare, care fac munci fizice grele au nevoie de atât de multă hrană), dar chiar și după ce scădem un procent impardonabil de mare cauzat de risipa de alimente, această cantitate mare se traduce prin consum excesiv (și obezitate).

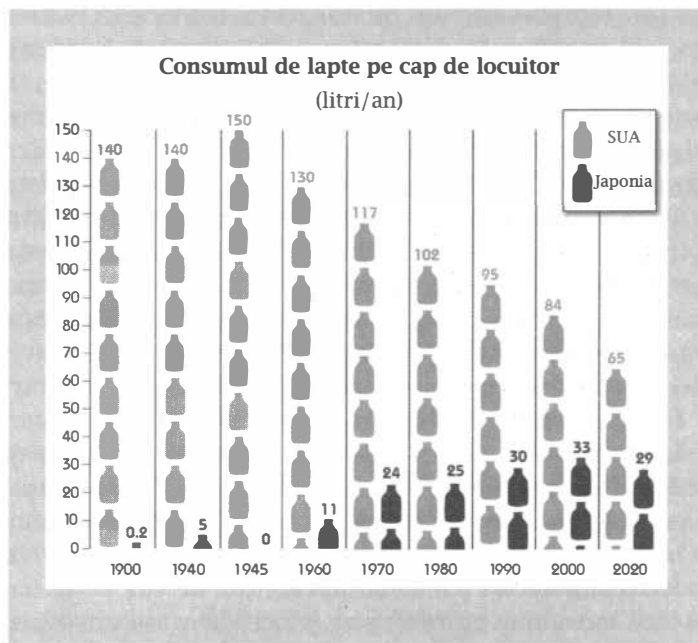
Prin comparație, studiile referitoare la consumul real de alimente arată că media zilnică japoneză este acum mai mică de 1 900 de kilocalorii, corelată la distribuția pe vârste și activitatea fizică a populației japoneze în curs de îmbătrânire. Asta înseamnă că, probabil, cea mai importantă explicație pentru supremația longevității japoneze este destul de simplă: un consum, în general, moderat de alimente, conform obiceiului exprimat cu ajutorul a doar patru caractere kanji, 腹八分目 (*hara hachi bun me*, „umple burta opt părți [din zece]”), un vechi precept confucianist și un alt import de vază din China. Numai că japonezii, spre deosebire de petrecăreții chinezi, care irosesc alimentele, chiar îl practică.

Aproape toți nou-născuții produc suficientă lactază, enzima necesară transformării lactozei, un zahăr (o dizaharidă compusă din glucoză și galactoză), din laptele matern. Doar o mică parte dintre bebeluși prezintă un deficit congenital de lactază (adică intoleranță la lactoză). La adulți, însă, capacitatea de a digera laptele diferă. În societățile care au crescut inițial oi sau au deținut animale domestice de lapte, capacitatea de a digera lactoza persistă, în vreme ce, în societățile care nu au continuat să crească animale de lapte, această capacitate a slăbit sau chiar a dispărut. De obicei, această deficiență se traduce doar printr-un disconfort abdominal după ingerarea unei cantități mici de lapte, însă poate provoca și greață sau chiar vărsături.

Evoluția a produs niște tipare complexe ale acestor trăsături, creând populații cu deficit de lactază, înconjurate de populații consumatoare de lapte (de exemplu, chinezii, care nu beau lapte, se învecinează la nord și la vest cu mongolii, băutori de lapte de iapă, respectiv tibetanii, băutori de lapte de iac) sau chiar societăți amestecate (cum sunt crescătorii de vite și cei care practică agricultura prin defrișare și incendiere sau vânătoarea din Africa Subsahariană).

Având în vedere aceste realități, este remarcabil că modernizarea economică a creat două rezultate contraintuitive: zonele consumatoare de lactate au înregistrat un declin prelungit al consumului de lapte pe cap de locuitor, în vreme ce, în societăți neconsumatoare de lapte în mod tradițional, cererea de lapte proaspăt și produse lactate a urcat de la aproape zero la cantități apreciabile. La începutul secolului XX, în SUA, consumul anual de lapte proaspăt (inclusiv smântână) era de aproximativ 140 de litri pe cap de locuitor (80% din cantitate fiind reprezentată

de laptele integral); în 1945, s-a înregistrat un vârf de consum, de circa 150 de litri, care, până în 2018, a scăzut cu mai mult de 55%, ajungând la 66 de litri. În paralel, scăderea cererii pentru produse lactate, în general, a fost mai lentă, în mare parte datorită creșterii consumului de mozzarella conținută de pizza americană.



Printre factorii-cheie ai declinului se numără consumul sporit de carne și pește (care oferă proteinele și grăsimile obținute anterior din lapte) și deceniile de avertismente referitoare la efectul dăunător al consumului de grăsimi saturate din lapte. În cele din urmă, această concluzie a fost infirmată, cele mai recente descoperiri arătând că grăsimile din lapte scad, de fapt, frecvența bolilor coronariene și mortalitatea cauzată de accidente vasculare-cerebrale, doar că aceste descoperiri au sosit

prea târziu pentru industria intrată în declin. Un regres similar s-a înregistrat și în rândul principalelor țări consumatoare de lactate din Europa, unde, în mod tradițional, cantitățile ridicate de lapte băut erau însoțite de un consum zilnic de brânzeturi. Cel mai remarcabil este că, în Franța, consumul anual pe cap de locuitor, de circa 100 de litri, în anii 1950, a scăzut, până în 2018, la 45 de litri.

Japonia este cel mai bun exemplu de țară neconsumatoare de lapte în care consumul de lactate a crescut. În 1906, rația anuală pe cap de locuitor era mai mică de un litru, ajungând, până în 1941, la 5,4 litri. Adică vreo 15 mililitri (o lingură) de lapte pe zi; în realitate, acest lucru însemna, că, până în 1945, în momentul ocupării țării de către trupele americane, niciun japonez, cu excepția câtorva locuitori ai metropolelor, nu băuse niciodată lapte și nici nu mâncase iaurt sau brânză. Laptele a fost introdus în școli prin Programul Național al Prânzului Școlar, pentru a elimina discrepanțele de creștere dintre copiii din mediul rural și cei din mediul urban, iar media a crescut la 25 de litri pe cap de locuitor, în 1980, și la 33 de litri pe cap de locuitor, în 2000, când consumul total de lactate (inclusiv brânză și iaurt) a ajuns la 80 de litri pe an!

Ținând cont de dimensiunile țării, adoptarea produselor lactate de către chinezi a fost, evident, mai lentă, dar ratele medii au crescut, de la minimele neglijabile din anii 1950, la 3 litri pe cap de locuitor, în anii 1970 (înainte de începutul modernizării rapide a Chinei), ajungând în prezent la peste 30 de litri — mai mult decât Coreea de Sud, o altă cultură nebăutoare de lapte în mod tradițional, care consumă în prezent lapte, brânzeturi și iaurt. Diversificarea alimentației, ușurința cu care se găsesc produsele lactate în societățile urbane moderne, reducerea dimensiunilor familiilor și ponderea crescută a femeilor de la oraș care lucrează au fost principalii factori promotori ai tranziției chineze, susținută și de guvern, care a ridicat statutul laptelui, promovându-l ca pe un aliment sănătos, atractiv, în ciuda faptului că acesta era, uneori, de proastă calitate sau de-a dreptul alterat: în 2008, aproximativ 300 000 de copii și bebeluși au

fost afectați de laptele tratat cu melamină, o substanță chimică industrială, adăugată pentru a crește nitrogenul din lapte și, astfel, conținutul aparent de proteine.

Dar cum au reușit societățile cu deficit de lactază să treacă prin această schimbare? Pentru că intoleranța la lactoză nu este universală și pentru că este, mai degrabă, relativă decât absolută. Patru cincimi dintre japonezi nu au niciun fel de probleme dacă beau un pahar de lapte pe zi, iar acest lucru se traduce printr-un consum anual de peste 70 de litri — mai mult decât media americană recentă!

Iar fermentația elimină progresiv lactoza, brânzeturile proaspete (cum ar fi ricotta) reținând mai puțin de o treime din lactoza prezentă în lapte, în vreme ce soiurile de brânză tare (cum ar fi Cheddar sau Parmigiano) mai conțin doar urme de lactoză. Totodată, deși iaurtul păstrează aproape toată lactoza originală, enzimele sale bacteriene facilitează digestia. Laptele, un aliment ideal pentru bebeluși, este, de asemenea, cu moderație, un aliment excelent pentru oricine... mai puțin pentru cei cu o intoleranță gravă la lactoză.

**Mediul înconjurător —
deteriorarea și protejarea
lumii noastre**

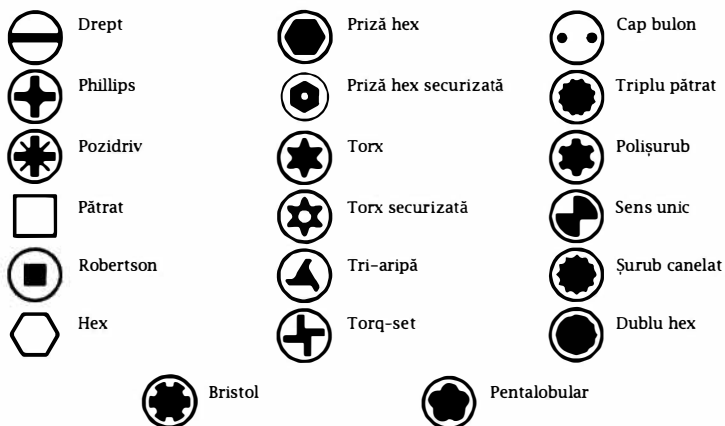
Animale vs. obiecte — care sunt mai diverse?

Numărarea speciilor de viețuitoare este în continuare incompletă. În cei 250 de ani de când Carl Linnaeus a înființat sistemul taxonomic modern, am clasificat în jur de 1,25 de milioane de specii, aproximativ trei sferturi dintre acestea fiind animale. Alte 17 procente sunt plante, iar restul, ciuperci și microbi. Aceasta este numărătoarea oficială — numărul speciilor încă nerecunoscute ar putea fi de câteva ori mai mare.

Diversitatea obiectelor create de om este la fel de bogată. Deși comparațiile mele conțin nu doar proverbialele mere cu pere, ci și merele cu automobilele, ele dezvăluie totuși roadele muncii mele.

Voi construi o taxonomie cu toate obiectele create de om, creând o clasificare analoagă celei a organismelor vii. Domeniul tuturor creațiilor umane este echivalent cu cel al eucariotelor (totalul organismelor care au nucleu în celule), care conține trei mari regnuri: ciuperci, plante și animale. Eu postulez că domeniul tuturor obiectelor create de om conține un regn de artefacte complexe, cu multiple componente, echivalent cu regnul animal. În cadrul acestui regn, avem încrengătura artefactelor alimentate cu electricitate, echivalentă cu cea a cordatelor, animalele cu cordon nervos dorsal. În cadrul încrengăturii, se găsește o clasă de artefacte mobile, echivalentă cu cea a mamiferelor. Iar în cadrul clasei, se găsește ordinul artefactelor destinate comunicării, echivalent cu cel al cetaceelor, adică al balenelor, delfinilor și marsuinilor și care conține familia telefoanelor, echivalentă cu *Delphinidae*, familia delfinilor oceanici.

Famiile cuprind genuri; de exemplu, *Delphinus* (delfinul comun), *Orcinus* (orca) și *Tursiops* (delfinul cu bot gros). Și,



Capuri de șurubelniță: un exemplu cotidian de diversitate a designului

potrivit GSM Arena, care monitorizează industria telefoanelor mobile, la începutul anului 2019 existau peste 110 genuri (mărci) de telefoane mobile. Unele genuri conțin o singură specie; de exemplu, *Orcinus* conține doar *Orcinus orca*, balena ucigașă. Alte genuri sunt bogate în specii. În domeniul telefoanelor mobile, nicio altă companie nu este mai bogată decât Samsung, care include în prezent aproape 1 200 de dispozitive. Ea este urmată de LG, cu peste 600, și de Motorola și Nokia, cu aproape 500 de modele fiecare. În total, la începutul anului 2019, existau aproximativ 9 500 de „specii” de telefoane mobile diferite, iar acest total este considerabil mai mare decât diversitatea cunoscută a mamiferelor (mai puțin de 5 500 de specii).

Chiar dacă admitem să considerăm că telefoanele mobile sunt doar niște varietăți ale aceleiași specii (cum sunt, de exemplu, tigrii din Bengal, din Siberia și din Sumatra), există multe alte cifre care ilustrează cât de diverse sunt creațiile noastre. Asociația Mondială a Oțelului enumeră aproximativ 3 500 de clase de oțel, mai mult decât totalul speciilor de rozătoare cunoscute. Șuruburile sunt o altă supercategorie: dacă

adunăm toate combinațiile posibile, începând de la materialul șuruburilor (de la aluminiu la titan), la tipurile de șurub (pentru plafoane, pentru gips-carton, pentru mecanisme sau pentru tablă), la capurile șuruburilor (de la hexagonal cu guler la șurub cu cap înecat), la tipul de șurubelniță (cu cap drept, hex, Phillips sau Robertson), la capete și vârfuri de șurub (plat sau conic), până la dimensiunile șuruburilor (conform sistemului metric sau folosind alte unități), obținem câteva milioane de „specii” de șuruburi posibile.

Dintr-o altă perspectivă, am depășit natura și în privința gamei de mărime. Cel mai mic mamifer terestru, chițcanul etrusc, cântărește doar 1,3 grame, pe când cel mai mare, elefantul african, cântărește, în medie, aproximativ 5 tone. Adică o diferență de șase ordine de mărime. Motoarele pentru vibrații produse în masă pentru telefoanele mobile sunt comparabile cu greutatea chițcanului, pe când cele mai mari compresoare centrifuge acționate de motoare electrice cântăresc în jur de 50 de tone, adică o diferență de șapte ordine de mărime.

Cea mai mică pasăre, colibriul-albină, cântărește în jur de 2 grame, pe când cea mai mare pasăre zburătoare, condorul andin, poate atinge 15 kilograme, o diferență de aproape patru ordine de mărime. Dronele miniaturale din zilele noastre cântăresc chiar și 5 grame, prin comparație cu un Airbus 380, complet încărcat, care cântărește 570 de tone — o diferență de opt ordine de mărime.

Și creațiile noastre au un avantaj funcțional cheie: pot activa și supraviețui destul de mult timp pe cont propriu, spre deosebire de corpurile noastre (și ale tuturor animalelor), care depind de un microbiom funcțional — numărul celulelor bacteriene din intestinalele noastre este cel puțin egal cu cel al celulelor din organismul nostru. Asta-i viața.

De ani de zile încerc să-mi imaginez cum ar părea Pământul în urma unei cercetări complexe și cu discernământ inițiată de niște extratereștri extraordinar de inteligenți. Desigur, cercetarea ar concluziona imediat, după numărarea tuturor organismelor, că majoritatea exemplarelor sunt fie microscopice (bacterii, arhebacterii, protiste, ciuperci, alge) sau foarte mici (insecte), dar și că, la un loc, greutatea lor domină biomasa planetară.

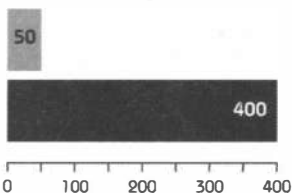
Nu ar fi prea surprinzător. Aceste creaturi minuscule compensează prin număr ceea ce nu pot obține prin dimensiune. Microbii ocupă orice nișă posibilă a biosferei, inclusiv mediile extreme. Bacteriile reprezintă aproximativ 90% dintre celulele vii ale corpului uman și până la 3% din greutatea sa totală. Însă surprinzător la tabloul zugrăvit de cercetare ar fi nivelul macroscopic, dominat de doar două vertebrate: bovine (*Bos taurus*) și oameni (*Homo sapiens*), în această ordine.

Spre deosebire de savanții extratereștri, noi nu avem o reprezentare imediată a informațiilor. Chiar și așa, putem cuantifica zoomasa vitelor și biomasa umană (antropomasa) cu un grad înalt de precizie. Cunoaștem numărul rumegătoarelor mari, domestice din toate țările cu venituri ridicate, iar acesta poate fi estimat și pentru țările cu venituri reduse sau chiar pentru societățile care cresc oi. Organizația Națiunilor Unite pentru Alimentație și Agricultură estimează că, în 2020, la nivel mondial, numărul bovinelor era de aproximativ 1,5 miliarde de capete.

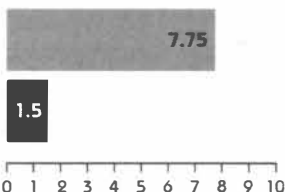
Pentru a transforma aceste cifre în biomasă vie, trebuie să le ajustăm în funcție de vârstă și de distribuția pe sexe. Taurii mari cântăresc peste 1 000 de kilograme, vacile americane de carne sunt sacrificate când ating în jur de 600 de kilograme, însă

Biomasa globală a oamenilor și bovinelor în 2019

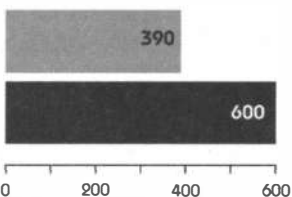
Masă medie, în kilograme



Populația în 2020, în miliarde



Greutate în tone metrice, milioane



■ Oameni ■ Bovine

vitele braziliene iau drumul piețelor când cântăresc mai puțin de 230 de kilograme, iar un exemplar din faimoasa rasă de lapte Gir din India cântărește la maturitate sub 350 de kilograme. O bună aproximare este să presupunem o masă corporală medie,

indiferent de sex și vârstă, de aproximativ 400 de kilograme; asta înseamnă că zoomasa totală a bovinelor vii este de circa 600 de milioane de tone.

În mod similar, atunci când calculăm masa totală a omenirii, trebuie să ținem cont de vârsta și greutatea corporale ale populațiilor. În țările cu venituri reduse, procentul copiilor este mult mai mare decât în țările bogate (în 2020, acesta era de circa 40% în Africa, prin comparație cu aproximativ 15% în Europa). Totodată, cota persoanelor supraponderale și obeze variază, de la un procent neglijabil (în Africa) până la 70% din populația adultă (în Statele Unite). De aceea folosesc medii specifice pentru diferite continente, derivate din structurile de vârstă și sex ale populației, precum și din studiile antropometrice și curbele de dezvoltare ale țărilor reprezentative. Această ajustare complexă produce o medie de greutate de aproximativ 50 de kilograme pe cap de locuitor — ceea ce, ținând cont de cei 7,75 miliarde de locuitori ai planetei, implică o antropomasă globală de aproape 390 de milioane de tone, în 2020.

Asta înseamnă că zoomasa bovinelor este, în prezent, cu peste 50% mai mare decât antropomasă și că greutatea în viu a celor două specii la un loc se apropie de un miliard de tone. Chiar și cele mai mari mamifere sălbatice nu reprezintă decât o mică parte din această masă: cei 350 000 de elefanți din Africa, cu o greutate corporală medie de 2 800 de kilograme, au o zoomasă cumulată mai mică de 1 milion de tone, adică mai puțin de 0,2% din zoomasa bovinelor. Până în 2050, vor fi 9 miliarde de oameni și, cel mai probabil, 2 miliarde de vite, consolidându-și împreună dominația deja zdrobitoare asupra Pământului.

Elefanții africani sunt cele mai mari mamifere terestre din lume: masculii adulți pot cântări peste 6 000 de kilograme, femelele aproximativ jumătate din greutate, iar nou-născuții circa 100 de kilograme. Sunt animale sociale, inteligente, cu o memorie proverbială și halucinant de conștienți de moarte, după cum o dovedește comportamentul lor când întâlnesc oasele strămoșilor lor, zăbovind în acele locuri și atingând rămășițele. Deși oasele lor au rămas în Africa, colții lor au fost transformați adesea în claviaturi de pian sau bibelouri de fildeș, așezate deasupra șemineurilor.

Egiptenii antici vânau elefanții, iar cartaginezii i-au folosit în războaiele cu Roma până când, în cele din urmă, aceștia au dispărut din Africa de Nord, rămânând în număr mare doar la sud de Sahara. Cea mai bună estimare disponibilă referitoare la capacitatea continentală maximă (inclusiv elefanții de pădure, de dimensiuni mai mici) este de aproximativ 27 de milioane de animale, la începutul secolului al XIX-lea; în realitate, numărul lor a fost, probabil, în jur de 20 de milioane. În zilele noastre, însă, au rămas cu mult sub un milion de exemplare.

Reconstituirile istorice ale comerțului cu fildeș arată un flux destul de constant, de aproximativ 100 de tone pe an până în 1860, urmat de o creștere de cinci ori a acestei cifre după 1900. Comerțul s-a prăbușit în timpul Primului Război Mondial, apoi, pentru o scurtă perioadă, a crescut din nou, înaintea unui alt declin provocat de război, pentru ca să-și reia creșterea, ajungând la un nivel maxim de 900 de tone pe an la finalul anilor 1980. Am adunat aceste recoltări fluctuante și am obținut un număr total de extracții de fildeș de 55 000 de tone pe parcursul secolului al XIX-lea și de cel puțin 40 000 de tone în timpul secolului XX.



Unde mai trăiesc încă elefanți africani

Această ultimă cifră înseamnă că au fost uciși cel puțin 12 milioane de elefanți. Înainte de 1970, nu există niciun studiu sistematic de încredere referitor la numărul elefanților rămași în viață, iar estimările continentale indică scăderi constante în ultimele decenii ale secolului XX. Marele Recensământ al Elefanților, un proiect finanțat de regretatul cofondator al companiei Microsoft Paul G. Allen, s-a bazat pe supravegherea aeriană a 80% din arealul elefanților de savană. În 2016, când a fost finalizat, numărul final rezultat a fost de 352.271 de elefanți, cu 30% mai mic decât cea mai optimistă estimare de la mijlocul anilor 1980.

Alte noutăți sunt foarte descurajante: între 2009 și 2014, numărul elefanților din Mozambic s-a redus la jumătate, scăzând la 10 000 de exemplare și, în același interval, în Tanzania au fost uciși peste 85 000 de elefanți, populația lor totală ajungând de la aproximativ 110 000 la doar 43 000 de exemplare (diferența o reprezintă rata anuală a natalității lor, de 5%). Noile analize ADN făcute pe capturile de fildeș dintre anii 1996 și 2014 au stabilit că 85% din vânatul ilegal provine din estul Africii, cu precădere din Rezervația pentru Vânătoare Selous din Tanzania, din Rezervația Niassa din nordul Mozambicului și, în ultimul timp, din centrul Tanzaniei.

Cea mai mare vină a avut-o China, cu o cerere continuă de fildeș, transformat adesea în minuțioase sculpturi kitsch, inclusiv în statuete reprezentându-l pe Mao Zedong, responsabil de cea mai îngrozitoare foamete din istoria omenirii. Recent, presiunea internațională a dat roade și, în cele din urmă, Consiliul de Stat Chinez a interzis în totalitate comerțul și activitățile de procesare a fildeșului începând cu finalul anului 2017. Acest lucru a avut unele efecte pozitive, numai că turiștii chinezi continuă să cumpere obiecte de fildeș atunci când călătoresc în țările vecine.

Iar dacă s-ar pune capăt măcelului, unele regiuni africane s-ar putea confrunta cu o nouă problemă, una evidentă în anumite părți ale Africii de Sud: excesul de elefanți. Numărul tot mai mare al acestor animale mari și potențial periculoase nu este ușor de gestionat, mai ales dacă trăiesc în apropierea agricultorilor și păstorilor.

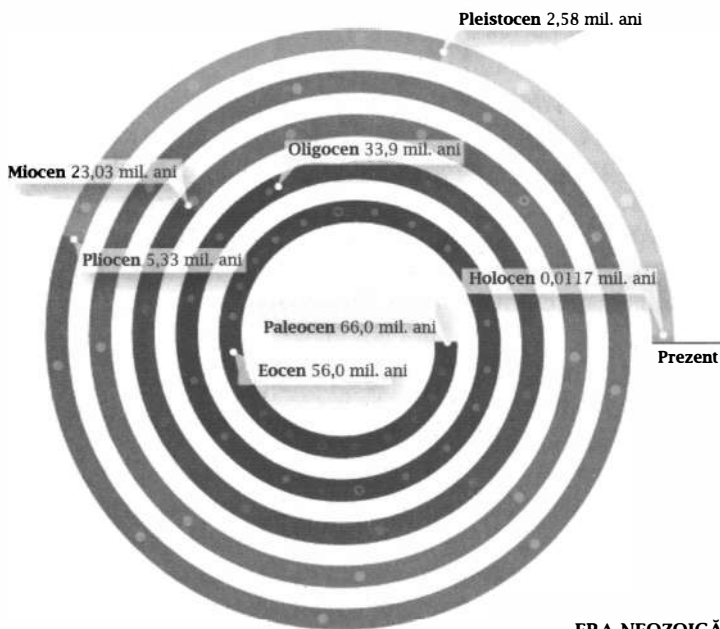
De ce e posibil ca era antropocenă să nu fi sosit încă

Mulți istorici și oameni de știință susțin că trăim în Antropocen, o eră nouă, caracterizată prin controlul uman asupra biosferei. În mai 2019, Grupul de Lucru pentru Antropocen a votat oficial recunoașterea acestei noi ere geologice, iar propunerea sa va fi analizată de Comisia Internațională de Stratigrafie, care decide în privința denumirilor epocilor.

Reacția mea, imitându-i pe romani: *Festina lente*. „Grăbiți-vă încet.“

Ca să fiu clar de la bun început, trebuie să spun că nu există nicio îndoială cu privire la omniprezența interferenței noastre în ciclurile biogeochimice globale și distrugerea biodiversității în urma acțiunilor umane: deversarea de deșeuri în masă, defrișarea pe scară largă și eroziunea accelerată a solurilor, extinderea globală a poluării generate de agricultură, orașe, industrii și transporturi. Împreună, aceste efecte provocate de om sunt fără precedent și se petrec pe o scară ce ar putea periclita viitorul speciei noastre.

Dar este oare chiar atât de complet controlul exercitat de noi asupra planetei? Există o mulțime de dovezi contrare. Variabilele fundamentale care fac posibilă viața pe Pământ — reacțiile termonucleare ce alimentează soarele, învăluind planeta în radiații, forma ei, rotația, înclinarea, excentricitatea căii sale orbitale („stimulatorul cardiac“ al epocilor glaciare) și circulația atmosferei sale — sunt în totalitate dincolo de orice interferență umană. Totodată, nu putem spera niciodată că vom reuși să controlăm enormele procese de terraformare — plăcile tectonice ale Pământului, acționate de căldura internă, care creează, încet, dar constant, un fund oceanic nou; formarea, remodelarea



ERA NEOZOICĂ
cu 66 milioane de ani în urmă

Erele geologice și Antropocenul

și înălțarea maselor terestre, a căror distribuție și altitudine reprezintă factori-cheie ai variabilității și caracterului locuibil al climei.

De asemenea, nu suntem decât niște simpli spectatori care asistă la erupțiile vulcanice, cutremure și tsunami-uri, cele mai violente trei consecințe ale mișcării plăcilor tectonice. Putem trăi în prezența manifestărilor lor frecvente, moderate, numai că supraviețuirea câtorva dintre cele mai mari orașe ale lumii — în special Tokyo, Los Angeles și Beijing — depinde de absența mega-cutremurelor și însăși esența întregii civilizații moderne ar putea fi distrusă de erupții vulcanice masive. Chiar și atunci când măsurăm timpul nu în termeni geologici, ci în termeni

legați de civilizație, tot ne confruntăm cu amenințări deloc neglijabile din partea asteroizilor, ale căror trasee pot fi anticipate, dar nu și modificate.

An de an, aceste evenimente au o probabilitate foarte mică să se producă, dar, din cauza enormelor efecte distructive, nu se compară cu nimic din istoria umanității. Nu avem o soluție bună pentru ele, dar nici nu ne putem preface că, pe termen lung, vor fi mai puțin relevante decât distrugerea speciilor forestiere sau arderea combustibililor fosili.

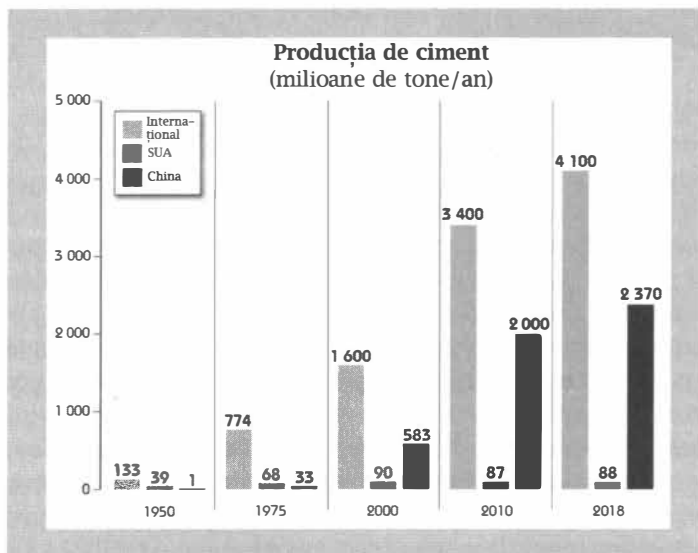
În plus, de ce ne grăbim să ne ridicăm statutul, proclamându-ne creatorii unei noi ere geologice, în loc să așteptăm puțin, să vedem cât va dura experimentul condus de *Homo sapiens*? Fiecare dintre cele șase epoci ale Neozoicului — de la începutul Paleocenului, în urmă cu 66 de milioane de ani, până la începutul Holocenului, cu 11 700 de ani în urmă — a durat cel puțin 2,5 milioane de ani, inclusiv cele două ere anterioare (Pliocenul și Pleistocenul), iar în prezent ne aflăm la mai puțin de 12 000 de ani de la debutul Holocenului. Dacă Antropocenul există într-adevăr, nu este mai vechi de 8 000 de ani (pornind numărătoarea de la începutul agriculturii stabile) sau de 150 de ani (dacă socotim din momentul în care am început arderea combustibililor fosili).

Va trebui să mai rezistăm încă vreo 10 000 de ani — o banalitate pentru cititorii de science-fiction, o eternitate pentru o civilizație modernă, mare consumatoare de energie — până să ne batem singuri pe umăr, dând numele unei epoci modelate de acțiunile noastre. Între timp, hai mai bine să așteptăm înainte să stabilim dacă amprenta noastră asupra planetei nu este altceva decât un microstrat modest în registrul geologic.

Romanii au inventat betonul, un amestec de pietriș (nisip, piatră concasată), apă și un liant. L-au numit *opus caementitium*, deși acest material de construcție utilizat pe scară largă nu conținea ciment modern (fabricat din var, argilă și oxizi metalici, arși în cuptoare rotative la o temperatură ridicată și apoi măcinați într-o pulbere fină), ci mai degrabă un amestec de ghips și var nestins — iar cea mai bună varietate a sa era făcută cu nisip vulcanic din Puteoli, din apropierea Muntelui Vezuviu. Prin adăugarea sa, obțineau un material de excepție, potrivit pentru construcțiile masive (Panteonul Roman, 118–126 d.Hr., are, în continuare, cea mai mare cupolă din lume pentru care nu s-a folosit betonul armat), precum și pentru construcțiile subacvatice din porturile mediteraneene, inclusiv din Cezarea antică (în Israelul de astăzi).

Producția modernă de ciment a început în 1824, când Joseph Aspdin a brevetat arderea calcarului și argilei la temperaturi ridicate. Transformarea aluminei și dioxidului de siliciu într-un solid amorf, necristalin (vitricare, același tip de proces folosit la fabricarea sticlei) produce noduli mici sau bulgări de zgură sticloasă, ce reprezintă baza producției de ciment. Cimentul este apoi amestecat cu apă (10–15% din masa finală) și agregat (nisip, pietriș, reprezentând 60–75% din masa totală) pentru a obține betonul, un material maleabil, rezistent la compresie, dar mai puțin la tensiune.

Tensionarea defectuoasă poate fi contracarată prin armarea cu oțel. Primele încercări în acest sens au avut loc în Franța, la începutul anilor 1860, dar tehnica a căpătat avânt în anii 1880. Secolul XX a fost o eră a betonului armat. În 1903, clădirea Ingalls din Cincinnati a devenit primul zgârie-nori din lume



construit din oțel armat; în anii 1930, inginerii structurali au început să folosească beton precomprimat (cu fire sau bare de oțel tensionate), iar începând din 1950, materialul a fost folosit pentru clădiri cu înălțimi și funcționalități diferite — turnul Burj Khalifa din Dubai este cel mai înalt din lume, în timp ce așa-numitele vele construite de Jørn Utzon pentru Opera din Sidney reprezintă, probabil, cea mai impresionantă utilizare a materialului. Betonul armat a făcut posibilă construirea masivelor baraje hidroelectrice: cel mai mare din lume, barajul Cele Trei Defileuri din China, conține o cantitate de trei ori mai mare de beton armat decât cel mai mare baraj american, Grand Coulee. Podurile de beton sunt, de asemenea, ceva obișnuit: podul de pe râul Beipan este, în prezent, cel mai mare pod arcuit de beton din lume, întinzându-se peste defileul de 445 de metri dintre două provincii chineze. Dar, în cea mai mare parte, betonul este folosit în moduri neremarcabile vizual, sub forma miliardelor de traverse de cale ferată, a drumurilor pavate, a

autostrăzilor, parcărilor, porturilor, pistelor și căilor de rulare ale aeroporturilor.

Între 1900 și 1928, consumul de ciment din SUA a crescut de zece ori, ajungând la 30 de milioane de tone, iar expansiunea economică postbelică (inclusiv construcția Sistemului de Autostrăzi Interstatale, cu un necesar de aproximativ 10 000 de tone de beton pe kilometru) a ridicat cifra, până în 2005, la un nivel maxim, de aproximativ 128 de milioane de tone, cele mai recente date indicând un consum de 100 de milioane de tone pe an.

În 1986, China a devenit cel mai mare fabricant global, producția sa de ciment — de peste 2,3 miliarde de tone, în 2018 — reprezentând aproape 60% din totalul mondial. Cea mai impresionantă dovadă a efortului de construcție fără precedent al Chinei este că, doar în ultimii doi ani, țara a turnat mai mult ciment (aproximativ 4,7 miliarde de tone) decât SUA pe parcursul întregului secol XX (aproximativ 4,6 miliarde de tone)!

Dar betonul nu este un material veșnic, iar longevitatea extraordinară a Panteonului este o excepție rară. Betonul se deteriorează în toate climatele, iar procesul este accelerat de factori care variază de la depunerile acide din cauza vibrațiilor până la supraîncălcarea structurală sau coroziunea indusă de sare, iar în zonele calde și umede creșterea algelor înnegrește suprafețele expuse. Prin urmare, producția de beton la scară planetară de după 1950 a creat zeci de miliarde de tone de material care, în deceniile următoare, va trebui înlocuit sau distrus (sau, pur și simplu, abandonat).

Impactul ecologic al materialului este un alt motiv de îngrijorare. Poluarea aerului (cu praf fin) din producția de ciment poate fi captată de filtre textile, dar această industrie (care arde combustibili de calitate inferioară, cum ar fi, de exemplu, cărbune sau cocs de petrol) rămâne o sursă importantă de dioxid de carbon, emițând aproximativ o tonă de gaz la tona de ciment. Prin comparație, la producerea unei tone de oțel, emisiile sunt de circa 1,8 tone de CO₂.

Producția de ciment este responsabilă în prezent pentru aproximativ 5% dintre emisiile globale de CO₂ provenit din

combustibili fosili, dar amprenta sa de carbon poate fi redusă printr-o varietate de măsuri. Betonul vechi poate fi reciclat, iar materialul zdrobit poate fi refolosit în construcții. Zgura de pe furnale sau cenușa captată în aer în centralele electrice care funcționează pe bază de cărbune poate înlocui o parte din cimentul folosit în amestecul pentru beton. De asemenea, există câteva procese noi de producție a cimentului, cu o amprentă de carbon scăzută sau chiar zero, dar aceste opțiuni sunt doar niște picături minuscule pentru producția globală anuală, care depășește acum 4 miliarde de tone.

Ce obiect este mai dăunător pentru mediu: automobilul sau telefonul?

Statisticile referitoare la producția de energie sunt destul de credibile, însă statisticile exacte referitoare la consumul energetic al marilor sectoare sunt greu de obținut, iar datele privind energia consumată de producția anumitor bunuri sunt și mai puțin credibile. Energia încorporată în produse reprezintă o parte din prețul ecologic pe care trebuie să-l plătim pentru tot ceea ce deținem și folosim.

Estimarea energiei încorporate de produsele finite nu se bazează doar pe date incontestabile — cât oțel intră într-o mașină, câte microcipuri într-un calculator —, ci și pe inevitabilele simplificări și presupuneri necesare pentru calcularea ratelor globale. Ce model de mașină? Ce computer sau telefon? Provocarea constă în alegerea unor rate reprezentative, rezonabile, iar răsplata o reprezintă dobândirea unei perspective noi asupra lumii create de om.

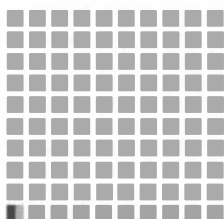
Să ne concentrăm asupra dispozitivelor mobile și a autovehiculelor. Asupra dispozitivelor mobile, fiindcă acestea sunt principalii factori de facilitare a comunicării informației în mod instantaneu și neîngrădit, asupra autovehiculelor, pentru că oamenii vor să se deplaseze în continuare în lumea reală.

Evident, o mașină care cântărește 1,4 tone (cât un Honda Accord LX) încorporează mai multă energie decât cele 140 de grame ale unui telefon inteligent (să zicem, un Samsung Galaxy). Dar decalajul energetic nu este nici pe departe la fel de mare ca diferența de masă de 10.000 de ori.

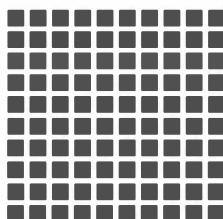
În 2020, vânzările la nivel mondial de telefoane mobile vor fi de aproximativ 1,75 de miliarde, iar cele de dispozitive de calcul portabile (laptopuri, notebook-uri, tablete), în jur de 250

Producția anuală în 2020: energie primară vs. greutate

Electronice portabile
(dispozitive mobile,
laptopuri, tablete)



Automobile



Greutatea în
tone metrice
(1 pătrat =
1 milion)

Exajouli de energie primară necesari pentru producție
(1 pătrat = 1 exajoule)



Speranța de viață a produsului, în ani (1 pătrat = 1 an)



Cantitatea de energie folosită anual (1 pătrat = 0,1 exajouli)



de milioane. Greutatea totală a acestor dispozitive este de circa 550 000 de tone. Luând în calcul o rată medie modestă a energiei încorporate, de 0,25 gigajouli pentru un telefon, 4,5 gigajouli pentru un laptop și 1 gigajoule pentru o tabletă, producția anuală a acestor dispozitive necesită aproximativ 1 exajoule (10^{18} jouli) de energie primară, cantitate comparabilă cu consumul total de energie al Noii Zeelande sau Ungariei într-un an. Cu mai puțin de 100 de gigajouli pentru un autovehicul, cele 75 de milioane de mașini vândute în 2020 înglobează aproximativ 7 exajouli de energie (puțin mai mult decât consumul anual de

energie al Italiei) și au o masă de aproximativ 100 de milioane de tone. Mașinile noi cântăresc așadar de 180 și ceva de ori mai mult decât toate dispozitivele electronice portabile, dar necesită doar de șapte ori mai multă energie.

Și, oricât de surprinzător ar fi, există o comparație și mai uimitoare. Electronicele portabile nu rezistă prea mult — în medie, doar doi ani —, astfel că producția anuală mondială a acestor dispozitive înglobează aproximativ 0,5 exajouli pentru un an de utilizare. Întrucât automobilele rezistă, de regulă, cel puțin un deceniu, producția anuală mondială înglobează aproximativ 0,7 exajouli pentru un an de utilizare, ceea ce reprezintă cu doar 40% mai mult decât dispozitivele electronice portabile! Mă grăbesc să adaug că acestea sunt, evident, niște calcule foarte aproximative, dar, chiar dacă aceste sume ar fi greșite (adică dacă producția de automobile ar încorpora, de fapt, mai multă energie decât cea calculată, iar producția electronică ar avea nevoie de o cantitate mai mică), totalurile globale ar fi în continuare surprinzător de similare, cea mai probabilă diferență fiind cel mult dublă. Și, în perspectivă, cele două sume s-ar putea apropia și mai mult: atât vânzările anuale de automobile, cât și cele de dispozitive mobile și-au redus ritmul în ultimul timp, numai că viitorul pare mai puțin promițător pentru motoarele cu ardere internă.

Desigur, costurile energetice de funcționare ale celor două clase de produse, extrem de mari consumatoare de energie, sunt foarte diferite. Un autoturism compact american consumă aproximativ 500 de gigajouli de benzină într-un deceniu de funcționare, de cinci ori mai mult decât costul energiei încorporate. Un telefon inteligent consumă doar 4 kilowați-oră anual și mai puțin de 30 de megajouli pe parcursul celor doi ani de funcționare, adică doar 3% din costul energiei încorporate, dacă electricitatea provine de la o turbină eoliană sau de la un panou fotovoltaic. Acest procent crește la aproximativ 8% dacă energia provine din arderea cărbunelui, un proces mai puțin eficient.

Numai că un telefon inteligent este egal cu zero în lipsa unei rețele, iar costul electrificării acesteia este ridicat și în creștere.

Previziunile legate de ratele viitoare de creștere sunt contradictorii (la fel și cele legate de posibila stabilizare prin utilizarea unor modele inovatoare), dar, în orice caz, acele telefoane minuscule lasă o amprentă totală destul de importantă asupra bugetului energetic și asupra mediului înconjurător.

Primele impresii sunt adesea greșite. Îmi amintesc bine cum am fost întâmpinat călduros la reședința unui ambasador european din Ottawa și, la fraza imediat următoare, am fost informat că această casă putea rezista cu brio iernilor canadiene datorită faptului că era ridicată din piatră și cărămizi adevărate, spre deosebire de fragilele case nord-americe, construite din lemn și cu pereți falși. Gazda mea a trecut apoi repede la alte chestiuni și, oricum ar fi fost, nu m-a lăsat inima să minimalizez calitățile frumoasei sale locuințe.

Eroarea este ușor de înțeles, numai că masa și densitatea sunt, mai degrabă, indicatori ai rezistenței, decât ai capacității de izolare. Un perete de cărămidă pare, evident, mai solid și mai protector decât unul dintr-un cadru subțire, cu stâlpi de lemn, acoperit la exterior cu o foaie subțire de placaj, iar la interior cu material gips-carton vulnerabil. În Europa, bărbații nu sparg pereții de cărămidă la supărare.

Cu zeci de ani în urmă, înainte de 1960, când un baril de petrol costa doar 2 dolari, majoritatea caselor nord-americe nu erau despărțite de frigul de afară decât de aerul dintre perețele de gips-carton și cel de placaj. Uneori, acest spațiu era umplut cu rumeguș sau hârtie tocată. Cu toate acestea, în mod remarcabil, chiar și această combinație nevolnică oferea o izolație ceva mai bună decât cărămida solidă.

Valoarea izolației sau rezistența termică este măsurată prin intermediul valorii R. Aceasta depinde nu doar de compoziția, grosimea și densitatea izolației, ci și de temperatura exterioară și umiditate. Un perete de cadre din anii 1960 avea aproximativ următoarele valori: înveliș exterior din aluminiu (0,6), placaj subțire (0,5), spațiu umplut cu aer (0,9) și gips-carton (0,5).

nord-american bine construit, asta înseamnă că, la valoarea izolației, contribuie gips-cartonul (0,5), bariera de polietilenă cu vapori (0,8), rolele din fibră de sticlă (20), căptușeala din fibră de sticlă (1,3), învelișul din plastic al casei (Tyvek ThermaWrap, cu o valoare de 5) și capitonajul oblic din lemn (0,8). Dacă adunăm valoarea izolantă a peliculei interioare de aer, obținem o valoare R totală de aproximativ 29.

Pereții de cărămidă au progresat la rândul lor. Pentru a păstra aspectul exterior al cărămidii colorate, un perete vechi poate fi reamenajat pe interior, montând șipci de lemn (fâșii subțiri, care mențin izolația) deasupra tencuiei și atașând plăci de gips izolante, cu o membrană de vapori integrată, pentru a elimina umezeala. Cu ajutorul unor plăci izolate de gips-carton, de 2 țoli, valoarea R totală înregistrată anterior se va tripla, dar, chiar și așa, bătrânul perete de cărămidă se situează cu un ordin de mărime în urma pereților nord-americani din cadre, de doi țoli pe șase. Nici măcar persoanele familiarizate cu valorile R nu se așteaptă la o diferență atât de mare.

Însă toată această izolație a pereților își va atinge potențialul maxim doar în cazul în care căldura nu este irosită prin ferestre (vezi capitolul următor).

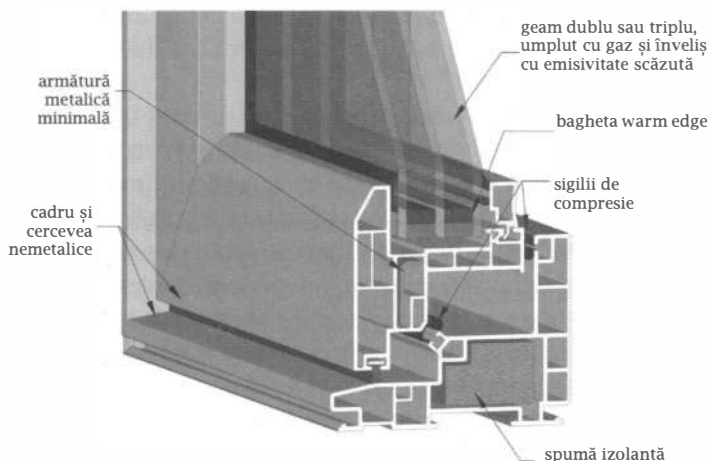
Ferestrele cu geamuri triple: o soluție energetică transparentă

Căutarea unor soluții tehnice netestate este un adevărat blestem pentru politica energetică. Ai de unde alege în această privință: mașini alimentate cu energie solară, care se conduc singure, minireactoare nucleare sigure prin natura lor sau îmbunătățirea fotosintezei pe cale genetică.

Dar de nu începem de la soluții deja dovedite? De ce nu reducem efectiv cererea de energie pornind de la clădirile rezidențiale și comerciale? Atât în Statele Unite, cât și în Uniunea Europeană, clădirile reprezintă aproximativ 40% din consumul total de energie primară (transportul este pe locul al doilea, cu 28% în SUA și aproximativ 22% în UE). Încălzirea și aerul condiționat reprezintă jumătate din consumul rezidențial, motiv pentru care cel mai bun lucru pe care l-am putea face pentru bugetul energetic este să păstrăm căldura în interiorul (sau în afara) locuințelor, folosind o izolație îmbunătățită.

Cea mai satisfăcătoare soluție o reprezintă ferestrele, locul care înregistrează cea mai mare pierdere energetică. Sau, altfel spus, locul cu cea mai ridicată transmisie termică, măsurată prin numărul de wați care trec printr-un metru pătrat de material, împărțit la diferența de temperatură de pe ambele părți, exprimată în grade Kelvin. Un geam simplu are un coeficient al transferului termic de 5,7-6 wați per metru pătrat per grade Kelvin; un geam dublu, separat de 6 milimetri de aer (aerul este un conductor de căldură slab) are un coeficient de 3,3. Dacă se aplică o folie pentru reducerea trecerii radiațiilor ultraviolete și infraroșii, coeficientul poate scădea până la 1,8-2,2, în vreme ce umplerea spațiului dintre geamuri cu argon (pentru a încetini transferul de căldură) îl reduce până la 1,1. Dacă

procedăm la fel în cazul ferestrelor cu geam triplu, coeficientul scade până la 0,6–0,7. Iar înlocuirea kriptonului cu argon poate coborî valoarea la 0,5.



Izolația unei ferestre

Cifra reprezintă o reducere a pierderilor de până la 90%, comparativ cu geamurile simple. În domeniul economisirii energiei, nu există nicio altă variantă care să poată fi folosită pe o scară de ordinul miliardelor de unități. În plus, această soluție chiar funcționează.

Totodată, există și factorul de confort. La o temperatură exterioară de -18°C (o **minimă** nocturnă obișnuită pentru luna ianuarie în Edmonton, Alberta sau o valoare diurnă maximă în Novosibirsk, în Rusia) și o temperatură interioară de 21°C , temperatura suprafeței interne a unei ferestre cu un singur geam este de aproximativ 1°C , în vreme ce o fereastră dublă mai veche va înregistra 11°C , iar cea mai performantă fereastră triplă, 18°C . La așa o temperatură, poți sta chiar lângă geam.

Iar ferestrele cu geam triplu au avantajul suplimentar că reduc condensul de pe geamul interior, ridicându-i temperatura

peste punctul de rouă. Acest tip de ferestre este deja foarte răspândit în Suedia și Norvegia, însă, în Canada (unde prețul gazelor naturale este unul scăzut), probabil că acestea nu vor deveni obligatorii decât după anul 2030, în vreme ce, în alte jurisdicții cu vreme rece, standardele solicitate sunt în continuare echivalente cu cele asigurate de o fereastră dublă cu înveliș cu emisivitate scăzută.

Țările cu un climat rece au avut destul de mult timp să învețe despre izolație. Nu la fel stau lucrurile în zonele mai calde, care au nevoie de ea acum, pe măsură ce aerul condiționat capătă o răspândire tot mai mare. În special în zonele rurale din China și India, ferestrele simple reprezintă în continuare norma. Desigur, diferențialul de temperatură pentru răcirea aerului cald nu este la fel de mare ca în cazul încălzirii aerului, la latitudini mai mari. De exemplu, la mine acasă, în Manitoba, Canada, în medie, temperatura minimă înregistrată în luna ianuarie este de -25°C , suficientă pentru producerea unei diferențe de temperatură de 40°C , chiar și atunci când termostatul este oprit pe parcursul nopții. Pe de altă parte, în multe regiuni calde și umede, aerul condiționat funcționează pentru perioade mult mai lungi decât funcționează încălzirea în Canada sau Suedia.

Fizica este incontestabilă, dar economia este la putere. Deși ferestrele cu geamuri triple pot costa cu doar 15% mai mult decât ferestrele duble, perioada de recuperare a investiției este, evident, mai lungă și, în plus, se afirmă destul de des că trecerea de la modelul cu geam dublu la cel cu geam triplu nu se justifică. Poate că așa este, dacă ignori confortul sporit și reducerea condensului de pe fereastră, dar, mai presus de toate, faptul că ferestrele triple vor continua să reducă în deceniile următoare consumul de energie.

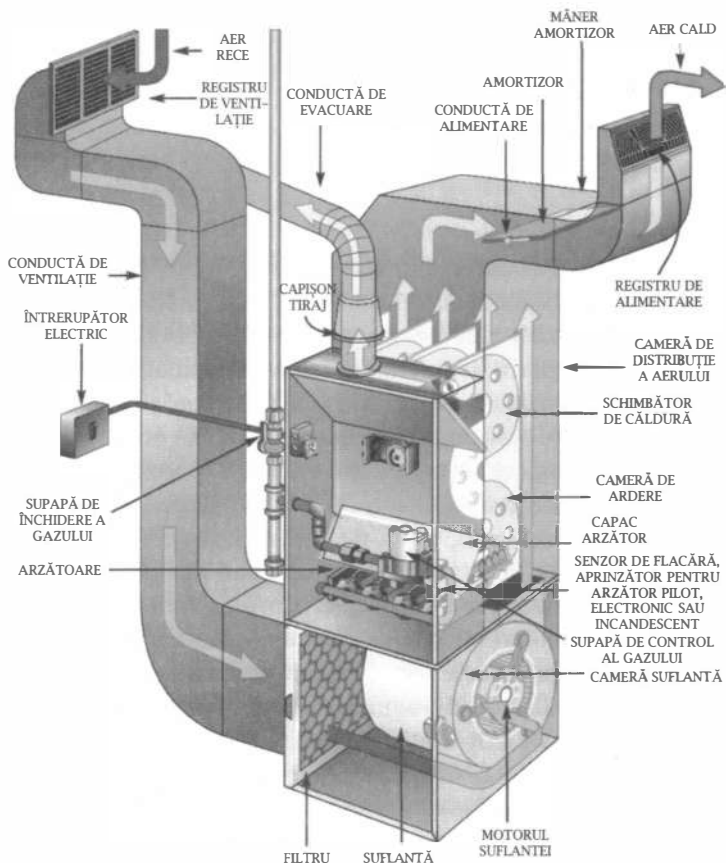
Și atunci, de ce doresc vizionarii să investească saci de bani în tehnologii de conversie misterioase, posibil nefuncționale și care, chiar dacă vor funcționa, vor avea, probabil, efecte secundare negative asupra mediului? Ce este în neregulă cu banala izolație?

Creșterea eficienței încălzirii locuințelor

Dacă modelele noastre climatice sunt corecte și va trebui într-adevăr să limităm cu cel puțin 2° C (sau măcar cu 1,5° C) creșterea încălzirii globale, pentru a reuși să evităm gravele consecințe ale sporirii temperaturii la nivel mondial, atunci vom fi nevoiți să luăm mai multe măsuri fără precedent pentru reducerea emisiilor de carbon. De regulă, atenția se concentrează pe noile tehnologii care conduc la o eficiență sporită — precum diodele care emit lumină — sau care introduc moduri complet noi de conversie a energiei, ca, de exemplu, mașinile electrice. Conservarea este, în principiu, o soluție mult mai practică, dar, din păcate (în afara ferestrelor triple, cum am văzut deja), există puține moduri de extindere a sa asupra celui mai mare devorator de energie din zonele reci ale lumii: încălzirea locuințelor.

Circa 1,2 miliarde de oameni trebuie să-și încălzească locuințele: aproximativ 400 de milioane trăiesc în UE, Ucraina și Rusia, alte 400 de milioane în America de Nord, cu excepția zonei de sud și de sud-vest, și 400 de milioane în regiunile de nord-est, nord și vest ale Chinei. Aproape oriunde ai căuta, cele mai performante tehnici disponibile au atins deja maximul de eficiență posibil din punct de vedere practic.

Este uimitor cât de rapid s-au răspândit sistemele eficiente. În anii 1950, familia mea își încălzea locuința din apropierea graniței dintre Cehoslovacia și Germania cu lemne, care ardeau în sobe grele, de fontă. Eficiența acestui proces nu era mai mare de 35%; restul căldurii se pierdea prin coșul de fum. În timpul studiilor mele la Praga, la începutul anilor 1960, orașul era alimentat cu energie provenită din cărbune brun — lignit de calitate inferioară —, iar soba pe care o încărcam avea o eficiență



**Secțiune interioară a unei centrale pentru locuințe
cu gaze naturale**

de 45-50%. La sfârșitul anilor 1960, locuiam la etajul superior al unei mici case din suburbiile Pennsylvaniei, dotată cu o centrală pe bază de petrol, cu o eficiență de aproximativ 55-60%. În 1973, prima noastră locuință canadiană avea o centrală pe gaz estimată la 65%, iar peste 17 ani, în noua noastră locuință,

super eficientă, am instalat o centrală cu o eficiență de 94%. În cele din urmă, am înlocuit-o cu un model evaluat la 97%.

Iar progresul meu de la un combustibil și de la un nivel de eficiență la altul a fost similar celui a zeci de milioane de oameni din emisfera nordică. Datorită gazului nord-american ieftin și combinației (mai scumpe, dar ușor de găsit) dintre gazele olandeze, cele din Marea Nordului și cele rusești, locuitorii din zonele nordice ale Europei se bazează pe această soluție — cel mai curat combustibil fosil — în locul lemnului, cărbunelui și păcurii. În Canada, producția centralelor cu eficiență medie (între 78% și 84%) s-a încheiat în 2009 și toate locuințele noi au fost obligate să aibă centrale cu o eficiență ridicată (cel puțin 90%). Același lucru se va întâmpla în curând peste tot în Occident, în timp ce creșterea importurilor de gaze determină deja China să se orienteze spre trecerea de la cărbune la gaz.

Progresele viitoare la capitolul eficiență vor trebui obținute pe altă cale. O mai bună izolație exterioară a caselor (mai ales, prin ferestre mai eficiente) este un prim pas evident (deși, adesea, mai scump). Pompele de căldură cu sursă de aer, care transferă căldura printr-un schimbător termic, au devenit populare în multe locuri și sunt eficiente atât timp cât temperaturile nu scad sub pragul de îngheț; în regiunile reci, iarna, ele încă au nevoie de o soluție de rezervă. Încălzirea solară este, de asemenea, posibilă, numai că nu funcționează prea bine atunci și acolo unde este cea mai mare nevoie de ea — în zonele cu un climat foarte rece, pe parcursul valurilor prelungite de frig și cu cer acoperit, în timpul furtunilor de zăpadă sau când aceasta învăluie cu straturi groase modulele solare.

Oare nevoia pe termen lung de limitare a încălzirii globale va conduce, în cele din urmă, la o soluție de neconceput? Mă refer la cea mai rațională opțiune din punct de vedere economic, una care va avea cea mai importantă și îndelungată contribuție la reducerea amprente de carbon provocată de încălzire: limitarea dimensiunilor locuințelor. Am putea termina odată cu așa-numitele *McMansions* — case construite în masă, cu mari

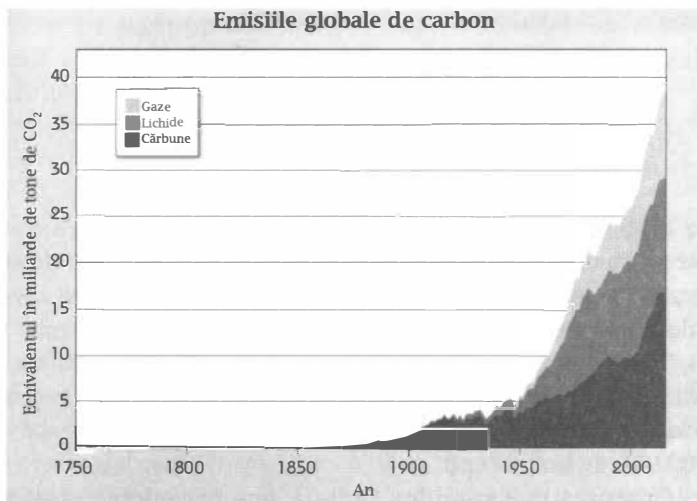
suprafețe de locuit — în America de Nord. Ne-am putea des-
cotorosi de acest tip de case și la tropice, dar dintr-un motiv
diferit — economisirea energiei irosite în prezent pe aerul
condiționat. Cine este dispus să facă acest pas?

În 1896, suedezul Svante Arrhenius a devenit primul savant care a cuantificat efectele dioxidului de carbon produs de om asupra temperaturilor globale. El a calculat că dublarea nivelului atmosferic al gazului față de concentrația din vremea sa va conduce la o creștere a temperaturii la latitudini medii cu 5° până la 6° C. Nu este o estimare prea diferită de cele mai recente rezultate, obținute de modele computerizate care operează cu 200 000 de linii de cod.

Organizația Națiunilor Unite a pus în vedere prima sa Convenție-cadru privind schimbările climatice în 1992, iar aceasta a fost urmată de o serie de întâlniri și tratate climatice. Dar emisiile globale de dioxid de carbon au crescut cu aceeași constanță.

La începutul secolului al XIX-lea, când Marea Britanie era singurul producător major de cărbune, emisiile globale de carbon provenite din arderea combustibililor fosili erau minuscule, de sub 10 milioane de tone pe an (pentru a calcula dioxidul de carbon, înmulțește pur și simplu cu 3,66). Până la sfârșitul secolului, emisiile au depășit o jumătate de miliard de tone de carbon. Până în 1950, s-a depășit pragul de 1,5 miliarde de tone. Expansiunea economică postbelică din Europa, America de Nord, URSS și Japonia — împreună cu progresul economic de după 1980 al Chinei — a crescut de patru ori emisiile ulterioare, ajungând până la aproximativ 7 miliarde de tone de carbon, în anul 2000. În cele două secole dintre 1800 și 2000, transferul de carbon din combustibilii fosili în atmosferă a crescut de 650 de ori, iar populația doar de șase ori!

Noul secol a cunoscut o divergență semnificativă. Până în 2017, în Uniunea Europeană, cu populația sa în curs de



îmbătrânire și creșterea economică mai lentă, emisiile au scăzut cu aproape 15%, la fel și în Statele Unite, grație utilizării pe scară tot mai largă a gazelor naturale în locul cărbunelui. Însă toate aceste progrese au fost anulate de emisiile de carbon ale Chinei, care au crescut de la 1 miliard la aproximativ 3 miliarde de tone — suficient cât să ridice totalul mondial cu aproape 45%, la 10,1 miliarde de tone.

Prin arderea unor cantități uriașe de carbon fosilizat cu veacuri în urmă, oamenii au împins concentrațiile de dioxid de carbon până la niveluri nemaiîntâlnite de circa 3 milioane de ani. Dacă forăm adânc în ghețarii din Antarctica și Groenlanda, putem extrage tuburi subțiri de gheață ce conțin bule minuscule și care sunt cu atât mai vechi cu cât coborâm mai mult în profunzime. Analizând aerul captiv în acele bule mărunte, am reușit să reconstituim istoria concentrațiilor de dioxid de carbon din ultimii 800 000 de ani. Pe atunci, nivelurile atmosferice ale gazului fluctuau între 180 și 280 de părți per milion (adică între 0,018% și 0,028%). În ultimul mileniu, concentrațiile au rămas destul de stabile, variind între 275 ppm, la începutul anilor 1600,

și aproximativ 285 ppm, înaintea finalului secolului al XIX-lea. Procesul continuu de măsurare a gazului a început în apropierea vârfului Mauna Loa din Hawaii, în 1958: media din 1959 a fost de 316 ppm, cea din 2015 a ajuns la 400 ppm, iar în mai 2019 a fost înregistrată pentru prima dată valoarea de 415 ppm.

Emisiile vor continua să scadă în țările bogate, în vreme ce rata lor de creștere s-a redus și în China. Cu toate acestea, ele cresc în ritm accelerat în India și Africa și, prin urmare, este puțin probabil să asistăm prea curând la reduceri substanțiale la nivel mondial.

Acordul de la Paris din 2015 a fost lăudat pentru că este primul de acest fel care conține angajamente naționale clare în privința reducerii emisiilor în viitor. Numai că, de fapt, doar un număr mic de țări au făcut promisiuni specifice, nu există niciun mecanism de obligatoriu de aplicare și, chiar dacă toate aceste obiective ar fi îndeplinite până în 2030, emisiile de carbon ar crește în continuare cu aproape 50% peste nivelul din 2017. Conform studiului din 2018, realizat de Grupul Interguvernamental pentru Schimbări Climatice, singura modalitate de a menține creșterea medie a temperaturii mondiale cu cel mult 1,5° C ar fi o diminuare imediată și abruptă a emisiilor, astfel încât să poată fi reduse la zero până în 2050.

Nu este un lucru imposibil — doar extrem de improbabil. Pentru atingerea acestui obiectiv, ar fi nevoie, nici mai mult, nici mai puțin, de o transformare fundamentală a economiei globale, pe o scară și cu o viteză nemaivăzută în istoria omenirii, sarcină imposibil de realizat fără tulburări economice și sociale majore. Cea mai mare provocare o constituie ridicarea a miliarde de oameni deasupra pragului sărăciei, fără a utiliza carbonul fosil. Țările bogate au folosit sute de miliarde de tone pentru a beneficia de un nivel ridicat al calității vieții, dar, în prezent, nu avem alternative ieftine pentru carbon, care să poată fi utilizate rapid, pe scară largă, în furnizarea energiei necesare fabricării masive a patru produse, pe care eu le-am numit cei patru stâlpi ai civilizației moderne — amoniac, oțel, ciment și plastic — și de care Africa și Asia vor avea nevoie în deceniile

următoare. Contrastul dintre îngrijorările legate de încălzirea globală, emisia continuă de cantități record de carbon și capacitatea noastră de a schimba acest proces pe termen scurt nici că putea fi mai sumbru.

Epilog

Poate că cifrele nu mint, dar ce fel de adevăr ne dezvăluie ele? Am încercat să arăt în această carte că, de multe ori, trebuie să analizăm lucrurile mai profund și în sens mai larg. Chiar și cifrele de încredere — de fapt, chiar și cele impecabil de exacte — trebuie privite într-un context mai amplu. O analiză informată a valorilor absolute necesită unele perspective relative și comparative.

Clasamentele rigide, bazate pe diferențe minuscule, mai degrabă induc în eroare decât informează. Rotunjirea și aproximarea sunt superioare preciziei nejustificate și inutile. Îndoiala, precauția și întrebările neconținute sunt și ele necesare, la fel și insistența cuantificării realităților complexe ale lumii moderne. Dacă vrem să înțelegem numeroasele realități rebele ale zilelor noastre, dacă vrem să ne bazăm deciziile pe cele mai bune informații disponibile, atunci altă soluție nu există.

Mulțumiri

Ani la rând, în timp ce continuam să public cărți interdisciplinare, m-am gândit că ar putea fi o provocare interesantă dacă aş avea ocazia să comentez regulat unele subiecte de actualitate, să corectez anumite concepții greșite larg răspândite și să explic câteva dintre realitățile fascinante ale lumii moderne. Totodată, m-am gândit că probabilitatea de a face vreodată acest lucru era destul de scăzută, deoarece, ca să merite, o ofertă din partea unui editor trebuia să întrunească mai multe criterii de frumusețe.

Intervalul dintre contribuțiile mele nu trebuia să fie nici prea scurt (săptămânal ar fi fost o corvoadă), dar nici prea sporadic. Numărul de cuvinte solicitat, nici prea lung, dar suficient de mare încât să nu mă rezum doar la niște paragrafe superficiale. Abordarea nu trebuia să fie nici prea specializată, dar nici prea sumară, permițând o analiză în cunoștință de cauză. Gama subiectelor nu trebuia să fie nelimitată (nu aveam de gând să scriu despre chestiuni obscure sau teme extrem de specializate), dar, cu siguranță, trebuia să fie una largă. Iar eroarea permisă în cazul cifrelor folosite, nici prea mare, dar suficient de generoasă încât să-mi pot susține convingător cauza. Ultimul aspect a fost unul extrem de important pentru mine, deoarece, de-a lungul deceniilor, am observat că discuțiile despre niște chestiuni însemnate, care necesită o înțelegere cantitativă clară, căpătau tot mai des o abordare calitativă, detașându-se astfel progresiv de realitățile complexe.

Improbabilul s-a produs și, în 2014, am fost rugat să scriu lunar un eseu pentru *IEEE Spectrum*, revista Institutului

Inginerilor Electricieni și Electroniști, cu sediul la New York. Philip Ross, senior editor la *Spectrum*, a fost cel care a propus numele meu, iar Susan Hassler, șefa redacției, a fost imediat de acord. *Spectrum* este o revistă emblematică (și un site de internet) a celei mai mari organizații profesionale din lume dedicată ingineriei și științelor aplicate, iar membrii săi au fost în avanposturile transformării lumii moderne, dependentă de o sursă neconținută, accesibilă și fiabilă de energie electrică, și, totodată, în linia întâi a procesului de adoptare a unei game tot mai mari de dispozitive electronice și soluții computerizate noi.

În octombrie 2014, într-un e-mail către Phil, am prezentat subiectele pe care voiam să le abordez în primul an. Ele variau de la greutatea prea mare a automobilelor până la ferestrele cu geam triplu și de la Blestemul lui Moore la Antropocen. În cele din urmă, aproape toate subiectele originale au fost păstrate, scrise și tipărite, începând din ianuarie 2015, primul articol fiind dedicat masei tot mai mari a autovehiculelor. *Spectrum* a fost gazda perfectă pentru eseurile mele. Cu cei peste 400 000 de membri ai săi, IEEE asigură un număr mare de cititori, foarte educați și cu spirit critic, iar eu am avut libertatea totală în alegerea subiectelor, în vreme ce Phil a fost un redactor exemplar și mai ales neobosit în verificarea faptelor.

Pe măsură ce eseurile s-au acumulat, m-am gândit că s-ar putea dovedi o colecție interesantă, dar, din nou, nu le-am dat prea multe șanse să le văd publicate sub forma unei cărți. Apoi, la sfârșitul lunii octombrie 2019, la aproape cinci ani după ce i-am prezentat lui Phil lista de subiecte pentru primul an, am primit un alt e-mail surprinzător, de data asta de la Daniel Crewe, redactor la Viking (Penguin Random House) din Londra, care se întreba dacă nu m-am gândit să-mi transform eseurile într-o carte. Totul a evoluat apoi foarte repede. Daniel a obținut permisiunile de la Susan, eu am ales pentru colecție șaiszeci dintre eseurile publicate (lăsând deoparte articolele extrem de tehnice) și am scris alte douăsprezece, pentru a rotunji la șapte numărul subiectelor unui capitol (mai ales cele despre mâncare

și oameni). Connor Brown a făcut prima redactare importantă și am selectat graficele și fotografiile adecvate.

Mulțumesc lui Phil, lui Susan și cititorilor revistei *Spectrum* pentru sprijin și pentru oportunitatea de a scrie despre orice mi-a stârnit curiozitatea și lui Daniel și Connor pentru că au oferit acestor meditații cantitative o a doua viață.

Majoritatea ilustrațiilor provin din colecții private. Celelalte surse sunt:

p. 100, Miraculoșii ani 1880 © Erik Vrielink; p. 180, Cel mai mare transformator din lume: Siemens, construit pentru China © Siemens; p. 145, Comparație între înălțimea și dimensiunea palelor turbinelor eoliene © Chao (Chris) Qin; p. 149, Vedere aeriană a Uzinei Electrice Ouarzazate Noor din Maroc. La 510 MW, este cea mai mare instalație fotovoltaică din lume © Fadel Senna via Getty; p. 159, Modelul navei Yara Birkeland © Kongsberg; p. 220, Un nou preț-record pentru un ton roșu © Reuters, Kim Kyung-Hoon; p. 250, Unde mai trăiesc încă elefanți africani © Vulcan Inc.; p. 253, Erele geologice și Antropocenul © Erik Vrielink.

Au fost depuse toate eforturile posibile pentru identificarea drepturilor de autor, însă editura salută orice informație care clarifică proprietatea drepturilor de autor asupra vreunui material neatribuit publicat și se obligă să corecteze informațiile în edițiile ulterioare.

Lecturi suplimentare

Oameni. Locuitorii planetei noastre

Ce se întâmplă când scade natalitatea

Bulatao, R.A.; Casterline, J.B. (ed.), *Global Fertility Transition*, Population Council, New York, 2001.

Națiunile Unite, *World Population Prospects*, United Nations, New York, 2019, <https://population.un.org/wpp>.

Cel mai bun indicator al calității vieții?

Să analizăm mortalitatea infantilă

Bideau, A.; Desjardins, B.; Brignoli, H.P. (ed.), *Infant and Child Mortality in the Past*, Clarendon Press, Oxford, 1992.

Galley, C. ș. a. (ed.), *Infant Mortality: A Continuing Social Problem*, Routledge, Londra, 2017.

Cel mai bun randament investițional: vaccinurile

Gates, Bill; Gates, Melinda, „Warren Buffett's Best Investment“, Gates Notes (blog), 14 februarie 2017, https://www.gatesnotes.com/2017AnnualLetter?WT.mc_id=02_14_2017_02_AL2017GFO_GFGFO_&WT.tsrc=GFGFO.

Ozawa, S. ș. a., „Modeling the economic burden of adult vaccine-preventable diseases in the United States“, *Health Affairs*, 35, nr. 11, 2016, pp. 2124–2132.

De ce este greu de anticipat cât de gravă va fi o pandemie când aceasta este în plină desfășurare

NHCPRC (National Health Commission of the People's Republic of China), „March 29: Daily briefing on novel coronavirus cases in China“, 29 martie 2020, http://en.nhc.gov.cn/2020-03/29/c_78447.htm.

Wong, J.Y. ș. a., „Case fatality risk of influenza A (H1N1pdm09): A systematic review“, *Epidemiology*, 24, nr. 6, 2013, <https://doi.org/10.1097/EDE.0b013e3182a67448>.

Creșterea în înălțime

Floud, R. ș. a., *The Changing Body*, Cambridge University Press, Cambridge, 2011.

Koletzko, B. ș. a. (ed.), *Nutrition and Growth: Yearbook 2018*, Karger, Basel, 2018.

Este speranța de viață, în sfârșit, pe cale să atingă apogeul?

Riley, J.C., *Rising Life Expectancy: A Global History*, Cambridge University Press, Cambridge, 2001.

Robert, L. ș. a., „Rapid increase in human life expectancy: Will it soon be limited by the aging of elastin?“, *Biogerontology*, 9, nr. 2, aprilie 2008, pp. 119–133.

Cum a îmbunătățit transpirația vânătoarea

Jablonski, N.G. „The naked truth.“ *Scientific American Special Editions* 22, IS, decembrie 2012, <https://doi.org/10.1038/scientificamericanhuman111222>.

Taylor, N.A.S.; Machado-Moreira, C.A., „Regional variations in transepidermal water loss, eccrine sweat gland density, sweat secretion rates and electrolyte composition in resting and exercising humans“, *Extreme Physiology and Medicine*, 2, nr. 4, 2013, <https://doi.org/10.1186/2046764824>.

De câți oameni a fost nevoie la construirea Marii Piramide?

Lehner, M., *The Complete Pyramids: Solving the Ancient Mysteries*, Thames and Hudson, Londra, 1997.

Mendelssohn, K., *The Riddle of the Pyramids*, Thames and Hudson, Londra, 1974.

De ce cifra șomajului nu dezvăluie întreaga poveste

Knight, K.G., *Unemployment: An Economic Analysis*, Routledge, Londra, 2018.

Summers, L.H. (ed.), *Understanding Unemployment*, MIT Press, Cambridge, MA, 1990.

Ce îi face pe oameni fericiți?

Heliwell, J.F.; Layard, R.; Sachs, J.D. (ed.), *World Happiness Report 2019*, Sustainable Development Solutions Network, New York, 2019, <https://s3.amazonaws.com/happinessreport/2019/WHR19.pdf>.

Layard, R., *Happiness: Lessons from a New Science*, Penguin Books, Londra, 2005.

Ascensiunea megalopolisurilor

Canton, J., „The extreme future of megacities“, *Significance*, 8, nr. 2, iunie 2011, pp. 53–56, <https://rss.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1740-9713.2011.00485.x>.

Munich Re Group, *Megacities–Megarisks: Trends and challenges for insurance and risk management*, Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft, München, 2004, http://www.preventionweb.net/files/646_10363.pdf.

Țări. Națiunile în Era Globalizării

Tragediile prelungite ale Primului Război Mondial

Bishop, C. (ed.), *The Illustrated Encyclopedia of Weapons of World War I*, Sterling Publishing, New York, 2014.

Stoltzenberg, D., *Fritz Haber: Chemist, Nobel Laureate, German, Jew*, Chemical Heritage Foundation, Philadelphia, PA, 2004.

Sunt Statele Unite cu adevărat ieșite din comun?

Gilligan, T.W. (ed.), *American Exceptionalism in a New Era: Rebuilding the Foundation of Freedom and Prosperity*, Hoover Institution Press, Stanford, CA, 2018.

Hodgson, G., *The Myth of American Exceptionalism*, Yale University Press, New Haven, CT, 2009.

De ce Europa ar trebui să fie mândră de ea

Bootle, R., *The Trouble with Europe: Why the EU Isn't Working, How It Can Be Reformed, What Could Take Its Place*, Nicholas Brealey, Boston, MA, 2016.

Leonard, D.; Leonard, M. (ed.), *The Pro-European Reader*, Palgrave/Foreign Policy Centre, Londra, 2002.

Brexit: Realitățile care contează cel mai mult nu se vor schimba

Clarke, H.D.; Goodwin, M.; Whiteley, P., *Brexit: Why Britain Voted to Leave the European Union*, Cambridge University Press, Cambridge, 2017.

Merritt, G., *Slippery Slope: Brexit and Europe's Troubled Future*, Oxford University Press, Oxford, 2017.

Motive de îngrijorare cu privire la viitorul Japoniei

Cannon, M.E.; Kudlyak, M.; Reed, M., „Aging and the economy: The Japanese experience“, *Regional Economist*, octombrie 2015, <https://www.stlouisfed.org/publications/regionaleconomist/october2015/agingandtheeconomythejapaneseexperience>.

Glosserman, B., *Peak Japan: The End of Great Ambitions*, Georgetown University Press, Washington, DC, 2019.

Cât de departe poate ajunge China?

Dotsey, M.; Li, W.; Yang, F., „Demographic aging, industrial policy, and Chinese economic growth“, *Working Papers*, Federal Reserve Bank of Philadelphia, 2019, pp. 19–21, <https://doi.org/10.21799/frbp.wp.2019.21>.

Paulson Jr., H.M., *Dealing with China: An Insider Unmasks the New Economic Superpower*, Twelve, New York, 2016.

India vs. China

Drèze, J.; Sen, A., *An Uncertain Glory: India and Its Contradictions*, Princeton University Press Princeton, NJ, 2015.

NITI Aayog, *Strategy for New India @ 75*, noiembrie, 2018, https://niti.gov.in/writereaddata/files/Strategy_for_New_India.pdf.

De ce industria este în continuare importantă

Haraguchi, N.; Cheng, C.F.C.; Smeets, E., „The importance of manufacturing in economic development: Has this changed?“, Inclusive and Sustainable Development Working Paper Series WP1, 2016, https://www.unido.org/sites/default/files/201702/the_importance_of_manufacturing_in_economic_development_0.pdf.

Smil, V., *Made in the USA: The Rise and Retreat of American Manufacturing*, MIT Press, Cambridge, MA, 2013.

Rusia și SUA: cum unele lucruri nu se schimbă niciodată

Divine, R.A., *The Sputnik Challenge: Eisenhower's Response to the Soviet Satellite*, Oxford University Press, Oxford, 2003.

Zarya, „Sputniks into Orbit“, <http://www.zarya.info/Diaries/Sputnik/Sputnik1.php>.

Imperii în declin: Nimic nou sub soare

Arbesman, S., „The lifespans of empires“, *Historical Methods*, 44, nr. 3, 2011, pp. 127-129, <https://doi.org/10.1080/01615440.2011.577733>.

Smil, V., *Growth: From Microorganisms to Megacities*, MIT Press, Cambridge, MA, 2019.

Mașinării, proiecte, dispozitive. Invențiile care definesc lumea modernă

Cum au creat anii 1880 lumea modernă

Smil, V., *Creating the Twentieth Century: Technical Innovations of 1867-1914 and Their Lasting Impact*, Oxford University Press, Oxford, 2005.

Timmons, T., *Science and Technology in Nineteenth-Century America*, Greenwood Press, Westport, CT, 2005.

Cum au alimentat motoarele electrice civilizația modernă

Cheney, M., *Tesla: Man Out of Time*, Dorset Press, New York, 1981.

Hughes, A., *Electric Motors and Drives: Fundamentals, Types and Applications*, Elsevier, Oxford, 2005.

Transformatoarele — dispozitivele pasive, tăcute și necunoscute

Coltman, J.W., „The transformer“, *Scientific American*, 258, nr. 1, ianuarie 1988, pp. 86–95.

Harlow, J.H. (ed.), *Electric Power Transformer Engineering*, CRC Press, Boca Raton, FL, 2012.

De ce n-ar trebui deocamdată să spunem adio motoarelor diesel

Mollenhauer, K.; Tschöke (ed.), H., *Handbook of Diesel Engines*, Springer, Berlin, 2010.

Smil, V., *Prime Movers of Globalization: The History and Impact of Diesel Engines and Gas Turbines*, MIT Press, Cambridge, MA, 2010.

Imortalizarea mișcării — de la cai la electroni

Eadweard Muybridge Online Archive, „Galleries“, <http://www.muybridge.org>.

Muybridge, E., *Descriptive Zoopraxography, or the Science of Animal Locomotion Made Popular*, University of Pennsylvania, Philadelphia, PA, 1893, <https://archives.upenn.edu/digitizedresources/docspubs/muybridge/descriptivemoopraxography>.

De la fonograf la streaming

Marco, G.A. (ed.), *Encyclopedia of Recorded Sound in the United States*, Garland Publishing, New York, 1993.

Morris, E., *Edison*, Random House, New York, 2019.

Inventarea circuitelor integrate

Berlin, L., *The Man Behind the Microchip: Robert Noyce and the Invention of Silicon Valley*, Oxford University Press, Oxford, 2006.

Lécuyer, C.; Brook, D.C., *Makers of the Microchip: A Documentary History of Fairchild Semiconductor*, MIT Press Cambridge, MA, 2010.

Blestemul lui Moore: de ce progresul tehnic va lua mai mult timp decât crezi

Mody, C.C.M., *The Long Arm of Moore's Law: Microelectronics and American Science*, MIT Press, Cambridge, MA, 2016.

Smil, V., *Growth: From Microorganisms to Megacities*, MIT Press, Cambridge, MA, 2019.

Progresul informațiilor: prea multe, prea rapid

Hilbert, M.; López, P., „The world's technological capacity to store, communicate, and compute information“, *Science*, 332, nr. 6025, aprilie 2011, pp. 60–65, <https://doi.org/0.116/science.1200976>.

Reinsel, D.; Gantz, J.; Rydning, J., *Data Age 2025: The Digitization of the World: From Edge to Core*, Seagate, 2017, <https://www.seagate.com/files/wwwcontent/ourstory/trends/files/SeagateWPDataAge2025March2017.pdf>.

O abordare realistă a inovației

Schiffer, M.B., *Spectacular Failures: Game-Changing Technologies that Failed*, Eliot Werner Publications, Clinton Corners, NY, 2019.

Smil, V., *Transforming the Twentieth Century*, Oxford University Press, Oxford, 2006.

Combustibili și electricitate. Energie pentru societățile noastre

De ce turbinele cu gaz sunt cea mai bună alegere

American Society of Mechanical Engineers, *The World's First Industrial Gas Turbine Set — GT Neuchâtel: A Historical Mechanical Engineering Landmark*, Alstom, 1988, <https://www.asme.org/wwwasmeorg/media/resourcefiles/aboutasme/who%20we%20are/engineering%20history/landmarks/135neuchatelgasturbine.pdf>.

Smil, V., *Natural Gas: Fuel for the Twenty-First Century*, John Wiley, Chichester, West Sussex, 2015.

Energia nucleară — o promisiune neîndeplinită

International Atomic Energy Agency, *Nuclear Power Reactors in the World*, Reference Data Series, nr. 2, IAEA, Viena, 2019, https://wwwpub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/RDS2-39_web.pdf.

Smil, V., *Energy and Civilization: A History*, MIT Press, Cambridge, MA, 2017.

De ce avem nevoie de combustibili fosili pentru a obține electricitate eoliană

Ginley, D.S.; Cahen, D. (ed.), *Fundamentals of Materials for Energy and Environmental Sustainability*, Cambridge University Press, Cambridge, 2012.

Mishnaevsky Jr., L. ș. a., „Materials for wind turbine blades: An overview“, *Materials*, 10, 2017, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5706232/pdf/materials1001285.pdf>.

Cât de mare poate fi o turbină eoliană?

Beurskens, J., „Achieving the 20 MW Wind Turbine“, *Renewable Energy World*, 1, nr. 3, 2019, <https://www.renewableenergyworld.com/articles/print/specialsupplement>

windtechnology/volume1/issue3/windpower/achievingthe-20mwwindturbine.html.

General Electric, „HaliadeX 12 MW offshore wind turbine platform“, accesat în decembrie 2019, <https://www.ge.com/renewableenergy/windenergy/offshorewind/haliadexoffshoreturbine>.

Ascensiunea lentă a fotovoltaicelor

NASA, „Vanguard 1“, accesat în decembrie 2019, <https://nssdc.gsfc.nasa.gov/nmc/spacecraft/display.action?id=1958002B>.

US Department of Energy, „The History of Solar“, accesat în decembrie 2019, https://www1.eere.energy.gov/solar/pdfs/solar_timeline.pdf.

De ce lumina solară este în continuare cea mai bună

Arecchi, A.V.; Messadi, T.; Koshel, R.J., *Field Guide to Illumination*, SPIE, 2007, <https://doi.org/10.1117/3.764682>.

Pattison, P.M.; Hansen, M.; Tsao, J.Y., „LED lighting efficacy: Status and directions“, *Comptes Rendus*, 19, nr. 3, 2017, <https://www.osti.gov/pages/servlets/purl/1421610>.

De ce avem nevoie de baterii mai mari

Korthauer, R. (ed.), *Lithium-Ion Batteries: Basics and Applications*, Springer, Berlin, 2018.

Wu, F.; Yang, B.; Ye, J. (ed.), *Grid-Scale Energy Storage Systems and Applications*, Academic Press, Londra, 2019.

De ce cargoboturile electrice merg greu la apă

Kongsberg Maritime, „Autonomous Ship Project, Key Facts about Yara Birkeland“, accesat în decembrie 2019, <https://www.kongsberg.com/maritime/support/themes/autonomousshipprojectkeyfactsaboutyarabirkeland>.

Smil, V., *Prime Movers of Globalization: The History and Impact of Diesel Engines and Gas Turbines*, MIT Press, Cambridge, MA, 2010.

Adevăratul cost al electricității

Eurostat, „Electricity price statistics“, date culese în noiembrie 2019, <https://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/pdfscache/45239.pdf>.

Vogt, L.J., *Electricity Pricing: Engineering Principles and Methodologies*, CRC Press, Boca Raton, FL, 2009.

Lentoarea inevitabilă a tranzițiilor energetice

International Energy Agency, *World Energy Outlook 2019*, IEA, Paris, 2019, <https://www.iea.org/reports/worldenergyoutlook2019>.

Smil, V., *Energy Transitions: Global and National Perspectives*, Praeger, Santa Barbara, CA, 2017.

Transport. Cum ne deplasăm

Reducerea călătoriei transatlantice

Griffiths, D., *Brunel's Great Western*, HarperCollins, New York, 1996.

Newall, P., *Ocean Liners: An Illustrated History*, Seaforth Publishing, Barnsley, South Yorkshire, 2018.

Motoarele sunt mai vechi decât bicicletele!

Bijker, W.E., *Of Bicycles, Bakelites and Bulbs: Toward a Theory of Sociotechnical Change*, MIT Press, Cambridge, MA, 1995.

Wilson, D.G., *Bicycling Science*, MIT Press, Cambridge, MA, 2004.

Surprinzătoarea istorie a anvelopelor gonflabile

Automotive Hall of Fame, „John Dunlop“, accesat în decembrie 2019, <https://www.automotivehalloffame.org/honoree/johndunlop>.

Dunlop, J.B., *The History of the Pneumatic Tyre*, A. Thom & Co., Dublin, 1925.

Când a început era automobilelor?

Casey, R.H., *The Model T: A Centennial History*, Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD, 2008.

Ford Motor Company, „Our History — Company Timeline“, accesat în decembrie 2019, <https://corporate.ford.com/history.html>.

Automobilele moderne au un raport îngrozitor al greutateii utile

Lotus Engineering, *Vehicle Mass Reduction Opportunities*, octombrie 2010, https://www.epa.gov/sites/production/files/201501/documents/10052010mstrs_peterson.pdf.

US Environmental Protection Agency, *The 2018 EPA Automotive Trends Report: Greenhouse Gas Emissions, Fuel Economy, and Technology since 1975*, Executive summary, 2019, <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi?Dockkey=P100W3WO.pdf>.

De ce mașinile electrice nu sunt așa grozave cum credem noi (deocamdată)

Deloitte, *New Market. New Entrants. New Challenges: Battery Electric Vehicles*, 2019, <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/uk/Documents/manufacturing/deloitte-ukbatteryelectricvehicles.pdf>.

Qiao, Q. ș. a., „Comparative study on life cycle CO2 emissions from the production of electric and conventional cars in China“, *Energy Procedia*, 105, 2017, pp. 3584–3595.

Când a început era avioanelor cu reacție?

Smil, V., *Prime Movers of Globalization: The History and Impact of Diesel Engines and Gas Turbines*, MIT Press, Cambridge, MA, 2009.

Yenne, B., *The Story of the Boeing Company*, Zenith Press, Londra, 2010.

De ce kerosenul este împărat

CSA B836, *Storage, Handling, and Dispensing of Aviation Fuels at Aerodromes*, CSA Group, Toronto, 2014.

Vertz, L.; Sayal, S., „Jet fuel demand flies high, but some clouds on the horizon“, *Insight*, 57, ianuarie 2018, <https://cdn.ihs.com/www/pdf/LongTermJetFuelOutlook2018.pdf>.

Cât de sigur este zborul cu avionul?

Boeing, *Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents: Worldwide Operations 1959–2017*, Boeing Commercial Airplanes Seattle, WA, 2017, https://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/company/about_bca/pdf/statsum.pdf.

International Civil Aviation Organization, *State of Global Aviation Safety*, ICAO, Montréal, 2019, https://www.icao.int/safety/Documents/ICAO_SR_2019_29082019.pdf.

Care sunt mai eficiente energetic: avioanele, trenurile sau automobilele?

Davis, S.C.; Diegel, S.W.; Boundy, R.G., *Transportation Energy Data Book*, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN, 2019, <https://info.ornl.gov/sites/publications/files/Pub31202.pdf>.

Sperling, D.; Lutsey, N., „Energy efficiency in passenger transportation“, *Bridge*, 39, nr. 2, vara 2009, pp. 22–30.

Mâncare. Cum ne obținem energia

Lumea fără amoniacul sintetic

Smil, V., *Enriching the Earth: Fritz Haber, Carl Bosch, and the Transformation of World Food Production*, MIT Press, Cambridge, MA, 2000.

Stoltzenberg, D., *Fritz Haber: Chemist, Nobel Laureate, German, Jew*, Chemical Heritage Foundation, Philadelphia, PA, 2004.

Creșterea randamentului recoltei de grâu

Calderini, D.F.; Slafer, G.A., „Changes in yield and yield stability in wheat during the 20th century“, *Field Crops Research*, 57, nr. 3, 1998, pp. 335–347.

Smil, V., *Growth: From Microorganisms to Megacities*, MIT Press, Cambridge, MA, 2019.

Amploarea de neiertat a risipei de hrană la nivel mondial

Gustavsson, J. ș. a., *Global Food Losses and Food Waste*, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma, 2011.

WRAP, *The Food Waste Reduction Roadmap — Progress Report 2019*, Roma, septembrie 2019, http://wrap.org.uk/sites/files/wrap/FoodWasteReduction_Roadmap_ProgressReport2019.pdf.

Un „adio“ spus treptat dietei mediteraneene

Tanaka, T., ș. a., „Adherence to a Mediterranean diet protects from cognitive decline in the invecchiare in Chianti study of aging“, *Nutrients*, 10, nr. 12, 2007, <https://doi.org/10.3390/nu10122007>.

Wright, C.A., *A Mediterranean Feast: The Story of the Birth of the Celebrated Cuisines of the Mediterranean, from the Merchants of Venice to the Barbary Corsairs*, William Morrow, New York, 1999.

Tonul roșu: pe cale de dispariție

MacKenzie, B.R.; Mosegaard, H.; Rosenberg, A.A., „Impending collapse of bluefin tuna in the northeast Atlantic and Mediterranean“, *Conservation Letters*, 2, 2009, pp. 25–34.

Polacheck, T.; Davies, C., *Considerations of Implications of Large Unreported Catches of Southern Bluefin Tuna for Assessments of Tropical Tunas, and the Need for Independent Verification of Catch and Effort Statistics*, CSIRO Marine and Atmospheric Research Paper Nr. 23, martie 2008, <http://>

De ce carnea de pui este la putere

National Chicken Council, „U.S. Broiler Performance“, actualizat în martie 2019, <https://www.nationalchickencouncil.org/abouttheindustry/statistics/usbroilerperformance>.

Smil, V., *Should We Eat Meat? Evolution and Consequences of Modern Carnivory*, WileyBlackwell, Chichester, West Sussex, 2013.

A (nu) bea vin

Aurand, J.M., *State of the Vitiviniculture World Market*, International Organization of Vine and Wine, 2018, <http://www.oiv.int/public/medias/6370/stateoftheworldvitiviniculture-oiv2018ppt.pdf>.

Lejeune, D., *Boire et Manger en France, de 1870 au Début des Années 1990*, Lycée Louis le Grand, Paris, 2013.

Consumul rațional de carne

Pereira, P., ș. a., „Meat nutritional composition and nutritive role in the human diet“, *Meat Science*, 93, nr. 3, martie 2013, pp. 589–592, <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.09.018>.

Smil, V., *Should We Eat Meat? Evolution and Consequences of Modern Carnivory*, WileyBlackwell, Chichester, West Sussex, 2013.

Alimentația japoneză

Cwiertka, K.J. *Modern Japanese Cuisine: Food, Power and National Identity*. Londra: Reaktion Books, 2006.

Smil, V. și K. Kobayshi. *Japan's Dietary Transition and Its Impacts*. Cambridge, MA: MIT Press, 2012.

Produse lactate — contratendințe

American Farm Bureau Federation, „Trends in beverage milk consumption“, Market Intel, 19 decembrie 2017, <https://www.fb.org/marketintel/trendsinbeveragemilkconsumption>.

Watson, R.R.; Collier, R.J.; Preedy, V.R. (ed.), *Nutrients in Dairy and Their Implications for Health and Disease*, Academic Press, Londra, 2017.

Mediul înconjurător — Deteriorarea și protejarea lumii noastre

Animale vs. obiecte — care sunt mai diverse?

GSMarena, „All mobile phone brands“, accesat în decembrie 2019, <https://www.gsmarena.com/makers.php3>.

Mora, C. ș. a., „How many species are there on Earth and in the ocean?“, *PLoS Biology*, 9, nr. 8, 2011, e1001127, <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001127>.

Planeta vacilor

Beef Cattle Research Council, „Environmental Footprint of Beef Production“, actualizat în 23 octombrie 2019, <https://www.beefresearch.ca/researchtopic.cfm/environmental6>.

Smil, V., *Harvesting the Biosphere: What We Have Taken from Nature*, MIT Press, Cambridge, MA, 2013.

Moartea elefanților

Paul G. Allen Project, *The Great Elephant Census Report 2016*, Vulcan Inc., 2016, <http://www.greatelephantcensus.com/finalreport>.

Pinnock, D.; Bell, C., *The Last Elephants*, Penguin Random House, Londra, 2019.

De ce e posibil ca era antropocenă să nu fi sosit încă

Davies, J., *The Birth of the Anthropocene*, University of California Press, Berkeley, CA, 2016.

Subcommission on Quaternary Stratigraphy, „Working Group on the ‘Anthropocene’“, 21 mai 2019, <http://quaternary.stratigraphy.org/workinggroups/anthropocene>.

Fapte beton

Courland, R., *Concrete Planet: The Strange and Fascinating Story of the World's Most Common Man-Made Material*. Amherst, Prometheus Books, New York, 2011.

Smil, V., *Making the Modern World: Materials and Dematerialization*, John Wiley and Sons, Chichester, West Sussex, 2014.

Ce obiect este mai dăunător pentru mediu: automobilul sau telefonul?

Anders, S.G.; Andersen, O., „Life cycle assessments of consumer electronics — are they consistent?“, *International Journal of Life Cycle Assessment*, 15, iulie 2010, pp. 827–836.

Qiao, Q. ș. a., „Comparative study on life cycle CO₂ emissions from the production of electric and conventional cars in China“, *Energy Procedia*, 105, 2017, pp. 3584–3595.

Cine are cea mai bună izolație?

Natural Resources Canada, *Keeping the Heat In*, Energy Publications, Ottawa, 2012, <https://www.nrcan.gc.ca/energyefficiency/energyefficiencyhomes/howcanimakeymyhomemoreener/keepingheat/15768>.

US Department of Energy, „Insulation materials“, accesat în decembrie 2019, <https://www.energy.gov/energysaver/weatherize/insulation/insulationmaterials>.

Ferestrele cu geamuri triple: o soluție energetică transparentă

Carmody, J. ș. a., *Residential Windows: A Guide to New Technology and Energy Performance*, W.W. Norton and Co., New York, 2007.

US Department of Energy, *Selecting Windows for Energy Efficiency*, Office of Energy Efficiency, Merrifield, VA, 2018, https://nascsp.org/wpcontent/uploads/2018/02/usdoe_selectingwindowsforenergyefficiency.pdf.

Creșterea eficienței încălzirii locuințelor

Energy Solutions Center, „Natural gas furnaces“, decembrie 2008, https://naturalgasefficiency.org/forresidentialcustomers/heatgas_furnace.

Lechner, N., *Heating, Cooling, Lighting*, John Wiley and Sons, Hoboken, NJ, 2014.

Provocarea carbonului

Jackson, R.B., ș. a., *Global Energy Growth Is Outpacing Decarbonization. A special report for the United Nations Climate Action Summit*, septembrie 2019, Global Carbon Project, Canberra, 2019, https://www.globalcarbonproject.org/global/pdf/GCP_2019_Global%20energy%20growth%20outpace%20decarbonization_UN%20Climate%20Summit_HR.pdf.

Smil, V., *Energy Transitions: Global and National Perspectives*, Praeger, Santa Barbara, CA, 2017.

Publicate prima dată sub titlul...

- „Cel mai bun randament investițional: vaccinurile“ (p. 26) — „Vaccination: The Best Return on Investment“ (2017)
- „Este speranța de viață, în sfârșit, pe cale să atingă apogeul?“ (p. 37) — „Is Life Expectancy Finally Topping Out?“ (2019)
- „Cum a îmbunătățit transpirația vânătoarea“ (p. 40) — „The Energy Balance of Running“ (2016)
- „De câți oameni a fost nevoie la construirea Marii Piramide?“ (p. 43) — „Building the Great Pyramid“ (2020)
- „De ce cifra șomajului nu dezvăluie întreaga poveste“ (p. 46) — „Unemployment: Pick a Number“ (2017)
- „Tragediile prelungite ale Primului Război Mondial“ (p. 61) — „November 1918: The First World War Ends“ (2018)
- „Sunt Statele Unite cu adevărat excepționale?“ (p. 64) — „American Exceptionalism“ (2015)
- „De ce Europa ar trebui să fie mândră de ea“ (p. 68) — „January 1958: European Economic Community“ (2018)
- „Motive de îngrijorare cu privire la viitorul Japoniei“ (p. 75) — „‘New Japan’ at 70“ (2015)
- „Cât de departe poate ajunge China?“ (p. 78) — „China as the New No. 1? Not Quite“ (2016)
- „India vs. China“ (p. 81) — „India as No. 1“ (2017)
- „De ce industria este în continuare importantă“ (p. 85) — „Manufacturing Powers“ (2016)

- „Rusia și SUA: cum unele lucruri nu se schimbă niciodată“ (p. 89) — „Sputnik at 60“ (2017)
- „Cum au creat anii 1880 lumea modernă“ (p. 99) — „The Miraculous 1880s“ (2015)
- „Cum au alimentat motoarele electrice civilizația modernă“ (p. 103) — „May 1888: Tesla Files His Patents for the Electric Motor“ (2018)
- „Transformatoarele — dispozitivele pasive, tăcute și necunoscute“ (p. 107) — „Transformers, the Unsung Technology“ (2017)
- „De ce n-ar trebui deocamdată să spunem adio motoarelor diesel“ (p. 110) — „The Diesel Engine at 120“ (2017)
- „Imortalizarea mișcării — de la cai la electroni“ (p. 114) — „June 1878: Muybridge's Galloping Horse“ (2019)
- „De la fonograf la *streaming*“ (p. 117) — „February 1878: The First Phonograph“ (2018)
- „Inventarea circuitelor integrate“ (p. 120) „July 1958: Kilby Conceives the Integrated Circuit“ (2018)
- „Blestemul lui Moore: de ce progresul tehnic va lua mai mult timp decât crezi“ (p. 123) — „Moore's Curse“ (2015)
- „Progresul informațiilor: prea multe, prea rapid“ (p. 126) — „Data World: Racing Toward Yotta“ (2019)
- „O abordare realistă a inovației“ (p. 130) — „When Innovation Fails“ (2015)
- „De ce turbinele cu gaz sunt cea mai bună alegere“ (p. 135) — „Superefficient Gas Turbines“ (2019)
- „Energia nucleară — o promisiune neîndeplinită“ (p. 138) — „Nuclear Electricity: A Successful Failure“ (2016)
- „De ce avem nevoie de combustibili fosili pentru a obține electricitate eoliană“ (p. 142) — „What I See When I See a Wind Turbine“ (2016)
- „Cât de mare poate fi o turbină eoliană?“ (p. 145) — „Wind Turbines: How Big?“ (2019)
- „Ascensiunea lentă a fotovoltaicelor“ (p. 148) — „March 1958: The First PVs in Orbit“ (2018)

- „De ce lumina solară este în continuare cea mai bună“ (p. 152) — „Luminous Efficacy“ (2019)
- „De ce avem nevoie de baterii mai mari“ (p. 155) — „Grid Electricity Storage: Size Matters“ (2016)
- „De ce cargoboturile electrice merg greu la apă“ (p. 158) — „Electric Container Ships Are a Hard Sail“ (2019)
- „Adevăratul cost al electricității“ (p. 161) — „Electricity Prices: A Changing Bargain“ (2020)
- „Reducerea călătoriei transatlantice“ (p. 169) — „April 1838: Crossing the Atlantic“ (2018)
- „Motoarele sunt mai vechi decât bicicletele!“ (p. 172) — „Slow Cycling“ (2017)
- „Surprinzătoarea istorie a anvelopelor gonflabile“ (p. 175) — „December 1888: Dunlop Patents Inflatable Tire“ (2018)
- „Când a început era automobilelor?“ (p. 178) — „August 1908: The First Ford Model T Completed in Detroit“ (2018)
- „Automobilele moderne au un raport îngrozitor al greutateii utile“ (p. 181) — „Cars Weigh Too Much“ (2014)
- „De ce mașinile electrice nu sunt așa grozave cum credem noi (deocamdată)“ (p. 184) — „Electric Vehicles: Not So Fast“ (2017)
- „Când a început era avioanelor cu reacție?“ (p. 187) — „October 1958: First Boeing 707 to Paris“ (2018)
- „De ce kerosenul este împărat“ (p. 191) — „Flying Without Kerosene“ (2016)
- „Care sunt mai eficiente energetic: avioanele, trenurile sau automobilele?“ (p. 199) — „Energy Intensity of Passenger Travel“ (2019)
- „Amplerea de neiertat a risipei de hrană la nivel mondial“ (p. 212) — „Food Waste“ (2016)
- „Un «adio» spus dreptat dietei mediteraneene“ (p. 216) — „Addio to the Mediterranean Diet“ (2016)
- „Tonul roșu: pe cale de dispariție“ (p. 219) — „Bluefin Tuna: Fast, but Maybe Not Fast Enough“ (2017)
- „De ce carnea de pui este la putere“ (p. 222) — „Why Chicken Rules“ (2020)

- „A (nu) bea vin“ (p. 226) — „(Not) Drinking Wine“ (2020)
- „Animale vs. obiecte — care sunt mai diverse?“ (p. 243) — „Animals vs. Artifacts: Which are more diverse?“ (2019)
- „Planeta vacilor“ (p. 246) — „Planet of the Cows“ (2017)
- „Moartea elefanților“ (p. 249) — „The Deaths of Elephants“ (2015)
- „De ce e posibil ca era antropocenă să nu fi sosit încă“ (p. 252) — „It's Too Soon to Call This the Anthropocene Era“ (2015)
- „Fapte beton“ (p. 255) — „Concrete Facts“ (2020)
- „Ce obiect este mai dăunător pentru mediu: automobilul sau telefonul?“ (p. 259) — „Embodied Energy: Mobile Devices and Cars“ (2016)
- „Cine are cea mai bună izolație?“ (p. 263) — „Bricks and Batts“ (2019)
- „Ferestrele cu geamuri triple: o soluție energetică transparentă“ (p. 266) — „The Visionary Energy Solution: Triple Windows“ (2015)
- „Creșterea eficienței încălzirii locuințelor“ (p. 269) — „Heating Houses: Running Out of Combustion Efficiency“ (2016)
- „Provocarea carbonului“ (p. 273) — „The Carbon Century“ (2019)

Cât de periculos e să zbori? Care este greutatea cumulată a tuturor vacilor din lume? Și ce îi face pe oameni fericiți?

În *Cifrele nu mint*, profesorul Vaclav Smil ne poartă într-o aventură a cunoașterii, începând cu națiunile și locuitorii Pământului, trecând prin hrana și combustibilul din care își iau energie și până la mijloacele de transport și invențiile din lumea modernă – fără să negligeze impactul pe care îl au toate acestea asupra planetei.

Smil folosește statistici surprinzătoare și grafice revelatoare pentru a pune sub semnul întrebării prejudecățile pe care le avem. El își propune să ne demonstreze importanța datelor, fiindcă, în definitiv, poate că cifrele nu mint, dar ce adevăr transmit ele?

VACLAV SMIL este profesor emerit la Universitatea din Manitoba. Este autorul a peste 40 de cărți despre subiecte care includ energia, schimbările privind mediul și populația planetei, producția de hrană și nutriția, inovațiile tehnologice, evaluarea riscurilor și politicile publice. Este membru al Societății Regale din Canada, iar în 2010 a fost inclus de către publicația *Foreign Policy* în primii 100 de intelectuali ai lumii.

Aștept întotdeauna cu cea mai mare nerăbdare fiecare carte a lui Vaclav Smil.
Bill Gates

O lectură foarte utilă pentru oricine este sceptic în privința statisticilor sau a informațiilor într-o lume în care cifrele par să însemne totul și nimic.

BBC Science Focus

Probabil că nici un alt savant nu știe să explice imaginile prin cifre mai bine decât Smil.

Guardian

Lifestyle

PUBLISHING

lifestylepublishing.ro

ISBN: 978-606-789-260-4



9 786067 892604